COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME QUATRE-VINGT-QUINZIÈME.

JUILLET. — DÉCEMBRE 1882.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1882

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 JUILLET 1882.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** informe l'Académie que la *Romanche* doit prendre la mer cette semaine, sous le commandement du capitaine Martial, pour se rendre au cap Horn. M. le Ministre de la Marine a mis le plus grand empressement à donner satisfaction à tous les vœux de l'Académie. Prenant en considération les circonstances spéciales dans lesquelles va se trouver la partie de l'expédition chargée des observations magnétiques et météorologiques, qui séjournera pendant une année à terre, dans un pays inhabité, humide et froid, il a exagéré les précautions, non seulement pour garantir la sécurité des missionnaires et des matelots qui les accompagnent, mais aussi pour assurer leur bien-être.

L'Académie trouvera convenable sans doute qu'en son nom des remerciements soient adressés au Ministre de la Marine et que nos vœux pour le succès de l'entreprise aillent témoigner au commandant et aux membres de l'expédition tout l'intérêt qu'elle nous inspire.

L'Académie, sur la proposition de M. le **Président**, adopte ces deux propositions et charge M. le Secrétaire perpétuel de leur donner la suite nécessaire.

PHYSIQUE. — *Sur les apparences de l'arc électrique dans la vapeur du sulfure de carbone;* par MM. Jamin et G. Maneuvrier.

« J'ai fait connaître à l'Académie, dans la séance du 19 juin, les modifications que l'arc électrique éprouve dans le vide des machines pneumatiques, quand il est produit par une machine Gramme à courants alternatifs de grande tension. Je n'ai pas tardé à reconnaître que les apparences se modifient si l'on introduit des gaz ou des vapeurs dans le vase de verre où se fait l'expérience. Elles sont très remarquables dans la vapeur de sulfure de carbone.

» Le brûleur est formé par deux charbons verticaux parallèles fixés à leur base; les extrémités supérieures qui se regardent peuvent être réunies ou séparées par un mécanisme simple. L'appareil est placé sous une grande cloche de machine pneumatique où l'on fait un vide aussi complet que possible : on sait qu'alors l'arc ne se forme pas; il est remplacé par les lueurs des tubes de Geissler; mais, quand on introduit quelques gouttes de sulfure de carbone de manière à obtenir un accroissement de $0^m,05$ à $0^m,06$ de pression, on voit l'arc s'allumer entre les pointes quand elles se touchent et persister quand on les sépare.

» A ce moment il y a comme une explosion de lumière, si vive qu'on ne peut la supporter, incomparablement supérieure à l'éclat habituel de l'arc ; en la regardant avec des verres foncés, on voit un arc éclatant, de $0^m,05$ à $0^m,06$ de hauteur, qui ressemble à un fer à cheval ou à un oméga majuscule. Les deux extrémités sont aux deux pointes du charbon ; on voit en outre une longue flamme, pareille à celle d'un foyer, qui surplombe l'arc, s'en échappe et monte verticalement.

» Les pointes des deux charbons paraissent rouges et très brillantes; mais l'arc est vert pâle, et, comme sa lumière domine celle des charbons, toute la salle est illuminée de cette teinte, comme elle le serait par une flamme de Bengale au cuivre. L'éclat augmente jusqu'à devenir intolérable quand la tension de la vapeur augmente; mais, comme la résistance du milieu augmente en même temps, l'arc s'éteint souvent et il faut à chaque instant le rallumer en faisant joindre les deux charbons.

» Étudiée au spectroscope, cette lumière offre toutes les raies des gaz carbonés en combustion, mais plus complètes et plus nettes. Ce sont celles que M. Thollon a décrites dans la séance du 1er août 1881. Le spectre est très discontinu. A son extrémité rouge on voit une plage cannelée : d'abord

une ligne très vive suivie de plusieurs autres serrées et plus minces, puis une ligne plus large qui répète la première et qui est également suivie de raies fines; ces apparences se répètent en marchant vers l'orangé, mais en s'affaiblissant jusqu'à disparaître. Après un intervalle obscur, on retrouve les mêmes apparences dans le jaune et dans le commencement du vert; puis un intervalle obscur, puis la répétition des mêmes effets dans le vert, et enfin dans le violet.

» En résumé, le spectre se compose de quatre parties cannelées dans le rouge, le jaune, le vert et le violet, tellement identiques qu'on les prendrait, à la coloration près, pour un même dessin qui se serait transporté du rouge vers le violet. Il est bien probable qu'elles obéissent à une même loi harmonique qui reste à trouver.

» De ces quatre plages, c'est la verte qui est de beaucoup la plus lumineuse, c'est elle qui donne la teinte spéciale que prend l'arc et qui colore tous les objets en vert.

» Pendant que ces apparences se manifestent, une action chimique se produit : s'il est resté de l'air dans la cloche et si l'appareil n'est pas bien clos, le sulfure de carbone brûle incomplètement; un nuage de soufre remplit l'espace et se dépose sur les parois; le charbon brûle seul. Si l'air a été bien purgé, ces nuages ne se forment point; un dépôt brun se fixe sur les parois, devient noir, se colle au verre et le ternit. Ce dépôt est volatil; son odeur rappelle celle du sulfure.

» C'est évidemment un composé de soufre et de charbon, peut-être un protosulfure correspondant à l'oxyde de carbone, peut-être une modification isomérique du sulfure ordinaire. On ne voit, en effet, ni dépôt de soufre ni de charbon, et les crayons du brûleur n'ont rien perdu ni gagné. Il est probable que le sulfure de carbone est dissocié, le soufre volatilisé, le charbon en vapeur disséminé dans l'arc, et que ce charbon et ce soufre se recombinent dans la flamme pour reconstituer une combinaison dans des conditions différentes; mais ce n'est là qu'une conjecture, aucune analyse n'ayant encore été faite.

» En résumé, cette expérience est remarquable par la quantité extraordinaire de lumière produite, par la grandeur de l'arc, par sa couleur, par la composition de son spectre et par les actions chimiques qui prennent naissance. Il n'est pas probable qu'on en puisse jamais tirer parti pour l'éclairage, à cause de sa couleur, à moins que ce ne soit pour des phares ou des signaux envoyés au loin. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur l'électrolyse de l'eau oxygénée;* par M. **Berthelot.**

« L'électrolyse de l'eau oxygénée a toujours attiré, à juste titre, l'attention des physiciens ([1]), à cause du double caractère de l'oxygène engagé dans cette combinaison. J'ai recherché quelle était la force électromotrice minima nécessaire pour produire l'électrolyse de l'eau oxygénée, en présence de l'acide sulfurique dilué (23gr par litre). J'ai opéré avec de l'eau oxygénée très étendue (3gr par litre), afin de prévenir autant que possible l'absorption de l'hydrogène.

» L'électrolyse a lieu de deux manières différentes : tantôt, il y a production des gaz normaux, oxygène et hydrogène, aux deux pôles; tantôt au contraire, il se produit uniquement de l'oxygène, l'hydrogène pouvant être regardé comme absorbé au pôle négatif. Ce dernier phénomène a lieu même avec des forces électromotrices très petites, telles que celle d'un seul couple zinc-cadmium et au-dessous. A la limite, il se confond avec la décomposition lente que l'eau oxygénée éprouve spontanément, le courant électrique ayant alors pour seul effet apparent d'activer cette décomposition, au contact de l'électrode qui se trouve au pôle positif. Elle devient plus vive encore avec 2 couples zinc-cadmium.

» Ainsi le courant électrique accélère la décomposition de l'eau oxygénée, effet que l'on eût attribué autrefois à la prétendue force catalytique : je donnerai tout à l'heure l'explication de cette remarquable accélération.

» J'ai observé que c'est seulement sous l'influence d'un Daniell que l'hydrogène commence à se dégager, en même temps que l'oxygène, et ces dégagements simultanés s'accroissent à mesure que l'on augmente la force électromotrice.

» Comparons maintenant les forces électromotrices, les réactions électrolytiques correspondantes, et les quantités de chaleur que ces dernières consomment.

» 1° La décomposition de l'eau oxygénée dans ses éléments, oxygène et hydrogène,

$HO^2 = H + O^2$, absorbe.................. $-23^{Cal},7$

([1]) *Voir*, entre autres, les travaux développés de M. Edmond Becquerel (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XI, p. 179) et, en dernier lieu, ceux de M. Schöne (*Annalen der Chemie*, Band 197, p. 137).

Or la force électromotrice d'un Daniell résulte d'une réaction qui développe $+ 24^{Cal},5$, une quantité à peine supérieure à la chaleur absorbée par la décomposition d'un équivalent d'eau oxygénée en ses éléments.

» Il y a donc accord exact entre la force électromotrice minima nécessaire pour produire l'hydrogène et la quantité de chaleur indispensable pour mettre en liberté les deux éléments de l'eau oxygénée.

» Je ne discuterai pas si cette mise en liberté des éléments se fait en deux temps, c'est-à-dire si l'eau oxygénée se résout d'abord en oxygène et eau, laquelle s'électrolyserait ensuite : je ferai seulement observer que l'énergie mise en jeu répond nécessairement à la somme algébrique des deux effets; car la force électromotrice (34,5) indispensable pour décomposer l'eau, envisagée isolément, n'est pas présente. Ici, comme dans les phénomènes électrolytiques en général, l'état initial et l'état final entrent seuls dans le calcul de la force électromotrice indispensable.

» La même observation s'applique au rôle joué, dans le compte des énergies, par l'acide sulfurique qui rend la liqueur conductrice. Quelle que soit la raison théorique de cette conductibilité, elle est étrangère au calcul thermique, attendu que l'acide sulfurique se retrouve à la fin de l'expérience, sans autre changement que la séparation de la trace d'eau ou d'eau oxygénée électrolysée; or, cette séparation n'absorbe qu'une quantité de chaleur très petite et même non mesurable. Dès lors, la somme des énergies nécessaires pour décomposer un équivalent d'eau acidulée est la même que celle qui serait nécessaire pour décomposer l'eau pure, c'est-à-dire égale à $34^{Cal},5$. De même, la somme des énergies nécessaires pour décomposer un équivalent d'eau oxygénée acidulée est la même pour un équivalent d'eau oxygénée dissoute dans l'eau pure, soit $23^{Cal},7$. Telle est donc la seule quantité qui intervienne dans le calcul théorique de la force électromotrice.

» 2° Soit encore l'électrolyse de l'eau oxygénée, sans dégagement d'hydrogène. Ici, on peut admettre soit, que l'eau oxygénée se décompose en eau et oxygène; soit, et plutôt, qu'il se développe une réaction secondaire, en vertu de laquelle l'hydrogène électrolytique est absorbé par l'eau oxygénée, le tout formant $2^{éq}$ d'eau ordinaire. Calculons la chaleur dégagée par cette réaction :

$HO^2 + H = 2HO$, dégage.................. $+ 45^{Cal},3$

Cette réaction dégage $+ 45^{Cal},3$, quantité qui surpasse les $- 23^{Cal},7$ absorbées dans la décomposition en éléments. La réaction électrolytique

totale devient ainsi

$$\begin{cases} HO^2 = H + O^2 \ldots\ldots\ldots\ldots & -23^{Cal},7 \\ H + HO^2 = 2HO \ldots\ldots\ldots\ldots & +45,3 \end{cases}$$

c'est-à-dire en tout

$$2HO^2 = 2HO + O^2 \ldots\ldots\ldots \quad +20^{Cal},6.$$

Cette réaction totale dégageant de la chaleur, elle peut s'accomplir sous l'influence d'une force électromotrice aussi minime que l'on voudra; c'est-à-dire que l'action secondaire s'ajoute à l'action fondamentale, d'après la loi que j'ai établie il y a quelque temps (*Comptes rendus,* t. XCIII, p. 661, 666, 757, 760).

» On s'explique ainsi les deux modes distincts de décomposition électrolytique de l'eau oxygénée et leur corrélation avec les forces électromotrices qui déterminent chacun d'eux. Ajoutons d'ailleurs que deux modes d'électrolyse distincts peuvent coexister, comme je l'ai montré par l'étude de l'électrolyse du sulfate de fer et du sulfate de manganèse (*Comptes rendus,* t. XCIII, p. 760). La coexistence se traduit ici par la variation des rapports de volume entre l'hydrogène et l'oxygène dégagés. Ces volumes ne sauraient malheureusement être comparés avec ceux qui se dégageraient dans un voltamètre à eau acidulée, placé dans le même circuit, parce qu'une portion de l'eau oxygénée se décompose indépendamment du courant.

» 3° Si l'on emploie une force électromotrice plus grande encore et capable de décomposer l'eau acidulée (ce qui exige $34^{Cal},5$), le rapport de l'hydrogène à l'oxygène tend à s'accroître en vertu de cette troisième réaction, dont les effets s'ajoutent avec ceux des deux autres ([1]); mais une partie demeure toujours absorbée par l'eau oxygénée ([2]). Ces phénomènes de réactions superposées et simultanées, se développant chacune pour son compte, et sans annuler les précédentes, dès que la force électromotrice

---

([1]) Au contraire, la production de l'acide persulfurique, en quantité faible d'ailleurs, à cause de la dilution de la liqueur, tend à abaisser la dose de l'oxygène (*Annales de Chimie et de Physique,* 5e série, t. XIV, p. 357, et t. XXI, p. 181).

([2]) Les effets développés par de telles forces électromotrices, très supérieures à celles qui sont indispensables pour commencer le phénomène, sont complexes, puisqu'ils répondent à la résultante de trois réactions. On en trouvera une étude fort soignée dans le Mémoire de M. Schöne (p. 148), qui a employé de 2 à 10 couples Bunsen, mais sans avoir eu la pensée de rechercher la limite des forces électromotrices qui commencent la réaction.

correspondante est présente, sont conformes, je le répète, à ceux que j'ai observés dans l'électrolyse des sels alcalins et métalliques. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur la force électromotrice d'un couple zinc-charbon;* par M. BERTHELOT.

« J'ai mesuré, à l'aide de l'électromètre Mascart ([1]), la force électromotrice d'un couple zinc-charbon ([2]), immergé dans l'acide sulfurique étendu.

» Cette force varie très rapidement, en raison de la polarisation, et les effets chimiques qu'elle est susceptible de provoquer varient exactement suivant la même proportion.

» Lorsque la pile vient d'être fermée, la force électromotrice d'un couple zinc-charbon surpasse de beaucoup celle d'un couple zinc-platine : le rapport a été trouvé égal à 1,76. Elle surpasse également celle d'un couple Daniell, dans le rapport de 1 : 1,29; c'est-à-dire qu'elle est sensiblement égale à la somme des forces d'un couple Daniell et d'un couple zinc-cadmium réunis. Au moment où l'on réunit les deux pôles du couple zinc-charbon, sa force électromotrice surpasse même cette somme, et le rapport de ladite force à celle d'un couple Daniell peut atteindre 1,37; mais la force baisse aussitôt, jusque vers 1,30 à 1,29. Elle est alors presque double de la force d'un couple zinc-platine; c'est-à-dire que deux couples zinc-charbon l'emportent sur 3 couples zinc-platine, plongés pareillement dans l'acide sulfurique étendu.

» Mais cette force ne dure guère avec sa grandeur initiale : il suffit de maintenir le circuit fermé pendant quelques minutes, par un fil de cuivre d'un diamètre voisin de $\frac{3}{4}$ de millimètre et d'une longueur de $0^{m},20$, pour voir la force électromotrice d'un zinc-charbon devenir égale à celle d'un Daniell (0,995 : 1); à ce moment, 2 zinc-charbon sont surpassés par 3 zinc-platine. Après quelques heures de fermeture du circuit, un zinc-charbon tombe au-dessous de 1 Daniell, le rapport étant exprimé par 0,83 : la force électromotrice devient ainsi voisine de celle d'un zinc-platine. Enfin, au bout de trente-six heures de circuit fermé, 1 Daniell peut même surpasser 2 zinc-charbon, au moins dans les premiers moments qui suivent l'ouverture du circuit et la mise en rapport des deux pôles avec l'électromètre.

([1]) Électromètre Thomson modifié.

([2]) Zinc amalgamé.

» Si je fais cette réserve, c'est parce que la force électromotrice, tombée au plus bas pendant que le circuit est fermé, tend à augmenter peu à peu dès qu'on le rouvre : l'électromètre traduit très nettement ces variations. Ainsi, après quelques minutes de fermeture du circuit, la force électromotrice d'un couple zinc-charbon, comparée après l'ouverture à celle d'un Daniell dans l'électromètre, a été trouvée égale à 0,67 ; en peu d'instants, elle est montée à 0,74; puis à 0,83 ; enfin à 0,98, valeur à peu près stationnaire. De même, après plusieurs heures de fermeture du circuit, j'ai trouvé : 0,52 ; puis 0,63; puis 0,76, valeur à peu près stationnaire et qui répond à celle d'un zinc-platine.

» Il suffit de démonter la pile, d'en faire macérer le charbon et les vases poreux dans l'eau pure, renouvelée à plusieurs reprises pendant quelques heures, pour qu'elle reprenne sa force électromotrice initiale : cela quatre et cinq fois de suite, et, sans doute, indéfiniment.

» Il résulte de là qu'il s'agit des effets de polarisation, bien connus de tous les physiciens. Ces effets sont attribuables, comme on sait, aux composés plus ou moins complexes qui se forment sur les électrodes, et dont la présence donne lieu à des forces électromotrices de signe contraire à celle qui résulte de l'action principale. Ces composés sont d'ailleurs de deux ordres : les uns stables et susceptibles d'être écartés par les lavages, lesquels restituent à la pile toute sa force électromotrice initiale; les autres peu stables, dissociables (gaz condensés sous forme de combinaisons analogues aux hydrures de platine que j'ai décrits récemment), susceptibles d'être détruits par la diffusion jointe à l'action oxydante de l'air, comme le montre la variation de la force électromotrice sitôt après l'ouverture du circuit.

» Quoi qu'il en soit, les faits que je viens de préciser prouvent que la pile zinc-charbon est impropre à toute opération qui exige une force électromotrice constante.

» Montrons maintenant la variation corrélative des effets chimiques.

» Au début, la théorie indique que la force électromotrice du couple zinc-charbon, telle qu'elle a été mesurée en fait, doit être susceptible de produire toute réaction électrolytique qui consomme une énergie inférieure à $24,5 \times 1,3 = 32^{\text{Cal}}$ environ, par équivalent du corps décomposé. Or j'ai vérifié qu'un couple zinc-charbon ne décompose pas l'eau acidulée ($34^{\text{Cal}},5$); mais qu'il suffit d'y ajouter un couple zinc-cadmium (8^{Cal}; ce qui fait 40^{Cal}) pour produire la décomposition.

» Deux couples zinc-charbon équivalent au début à 64^{Cal}; ils doivent donc décomposer alors, et ils décomposent en effet le sulfate de potasse,

composé dont l'électrolyse absorbe environ $51^{Cal},5$ d'après mes observations.

» On voit par là l'erreur commise par M. Tommasi, lorsqu'il croit avoir produit cette décomposition par la seule force résultant de la formation du sulfate de zinc, au moyen du zinc et de l'acide sulfurique étendu, dans deux couples consécutifs. En réalité, une telle force est incapable de produire aucune décomposition électrolytique qui consomme plus de $19 \times 2 = 38^{Cal}$ par équivalent [c'est-à-dire le double, ou 76^{Cal} (1), si l'on préfère tout rapporter au poids atomique du sulfate de potasse]. Si donc 2 couples zinc-charbon décomposent le sulfate de potasse, tandis que 2 couples zinc-platine en sont incapables, c'est que les réactions chimiques qui développent les forces électromotrices ne sont pas les mêmes dans le premier système que dans le second.

» Poursuivons cette démonstration.

» A mesure que la force électromotrice du couple zinc-charbon baisse, sa puissance chimique diminue. Après quelques heures, lorsque les mesures montrent que la force des 2 couples zinc-charbon est tombée au-dessous de celle de 2 Daniells (49), ils ont cessé de décomposer le sulfate de potasse (51,5). Quand elle est réduite à celle de 2 zinc-platine (36 à 38), ils décomposent encore l'eau acidulée (34,5); mais il faut y joindre 2 zinc-cadmium ($38 + 16 = 54$) pour décomposer le sulfate de potasse, l'addition d'un seul zinc-cadmium étant insuffisante.

» Si j'ai cru devoir insister sur ces faits, sur ces mesures directes des forces électromotrices et sur leur corrélation continue avec l'énergie mise en jeu dans les réactions chimiques, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de la pile, c'est afin de ne laisser planer aucun doute ni subsister aucune confusion sur les lois fondamentales de l'électrochimie. »

M. **Berthelot** met sous les yeux de l'Académie des échantillons du calcaire traversé par le tunnel sous-marin de Douvres à Calais, échantillons qui portent la trace de l'action régulière de la machine perforatrice. Il insiste

---

(1) *Comptes rendus,* t. XCIV, p. 1522.

« Il faut, d'après M. Berthelot, au moins 103^{Cal} pour électrolyser une solution de sulfate de potasse, tandis que j'obtiens cette même décomposition avec 76^{Cal} et moins encore. »

76 et 103 sont rapportés ici au poids atomique du sulfate de potasse, ce qui double les chiffres 38 et 51,5 donnés pour les équivalents, mais sans en changer les rapports.

sur l'aération parfaite de la galerie d'essai, qu'il a eu occasion de visiter en Angleterre, aération attribuable à cette triple circonstance : emploi de l'air comprimé comme agent moteur de la machine perforatrice, suppression des coups de mine, enfin substitution de la lumière électrique (par incandescence) aux lampes à huile pour l'éclairage de la galerie. Il est fort désirable qu'une œuvre aussi grandiose, et qui témoigne à un tel degré de la puissance de la civilisation moderne, puisse être poursuivie.

PHYSIOLOGIE. — *Analyse du mécanisme de la locomotion au moyen d'une série d'images photographiques recueillies sur une même plaque et représentant les phases successives du mouvement.* Note de M. MAREY.

« L'admirable méthode inaugurée par M. Muybridge, et qui consiste à employer la photographie instantanée pour l'analyse des mouvements de l'homme ou des animaux, laissait encore au physiologiste une tâche difficile : il fallait comparer les unes aux autres des images successives dont chacune représente une attitude différente, et classer ces images en série d'après la position dans le temps et dans l'espace qui correspond à chacune d'elles.

» Admettons que rien n'ait été négligé dans l'expérience : que, d'une part, des points de repère que la photographie devra reproduire aient été disposés sur le chemin parcouru par l'animal, de manière à permettre d'estimer à tout instant la position qu'il occupe dans l'espace et que, d'autre part, l'instant auquel chaque image a été prise soit déterminé, comme il arrive pour des photographies faites à des intervalles égaux. Toutes ces précautions prises, il faut encore, pour tirer des figures le sens qu'elles renferment, les superposer, par la pensée ou effectivement, les unes aux autres, de manière à couvrir une bande de papier correspondant au chemin parcouru, par une série d'images imbriquées dont chacune exprime la position que le corps et les membres occupaient dans l'espace à chacun des instants considérés.

» De telles représentations donnent naissance à des figures semblables à celles dont les frères Weber ont introduit l'usage pour expliquer théoriquement la marche de l'homme. On voit dans leurs ouvrages une série de silhouettes d'hommes, teintées de hachures d'intensités décroissantes et imbriquées de manière à représenter les déplacements successifs des jambes, des bras, du tronc et de la tête aux différentes phases d'un pas.

» Ce mode de représentation est le plus saisissant qu'on ait encore trouvé

jusqu'ici; il a été adopté dans la plupart des traités classiques. Or il m'a paru, et l'expérience vient de confirmer cette prévision, qu'on pouvait demander à la Photographie des figures de ce genre, c'est-à-dire réunir sur une même plaque une série d'images successives représentant les différentes positions qu'un être vivant, cheminant à une allure quelconque, a occupées dans l'espace à une série d'instants connus.

» Supposons, en effet, qu'un appareil photographique soit braqué sur le chemin que parcourt un marcheur et que nous prenions une première image en un temps très court. Si la plaque conservait sa sensibilité, nous pourrions, au bout d'un instant, prendre une autre image qui montrerait le marcheur dans une autre attitude et dans un autre lieu de l'espace; cette deuxième image, comparée à la première, indiquerait exactement tous les déplacements qui s'étaient effectués à ce second instant. En multipliant ainsi les images à des intervalles très courts, on obtiendrait, avec une authenticité parfaite, la succession des phases de la locomotion.

» Or, pour conserver à la glace photographique la sensibilité nécessaire pour des impressions successives, il faut qu'au devant de l'appareil règne une obscurité absolue et que l'homme ou l'animal qui passe se détache en blanc sur un fond noir.

» Mais les corps les plus noirs, quand ils sont fortement éclairés, réfléchissent encore beaucoup de rayons actiniques; j'ai recouru, pour avoir un champ d'un noir absolu, au moyen indiqué par M. Chevreul; mon écran est une cavité dont les parois sont noires. Un homme, entièrement vêtu de blanc et vivement éclairé par le Soleil, marche, court ou saute pendant que l'appareil photographique, muni d'un obturateur à rotation plus ou moins rapide, prend son image à des intervalles plus ou moins rapprochés.

» Cette même méthode peut s'appliquer à l'étude des différents types de locomotion : un cheval blanc, un oiseau blanc donneront de la même façon la série de leurs attitudes.

» La fenêtre dont est percé le disque de mon obturateur tournant peut être à volonté élargie ou resserrée, de manière à régler la durée de la pose suivant l'intensité de la lumière ou suivant la vitesse de rotation du disque. Avec une fenêtre resserrée et une rotation lente, on a des images très espacées les unes des autres. Une rotation rapide donne des images plus rapprochées, mais dont le temps de pose pourrait être insuffisant si la fenêtre n'était pas élargie.

» Enfin, un obturateur à volet, placé en avant de l'autre, sert à régler le commencement et la fin de l'expérience.

» Les épreuves et les clichés que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie ont été obtenus à la Station physiologique du parc des Princes, où je travaille avec l'aide de M. G. Demeny.

» Tous les éléments nécessaires pour la connaissance des mouvements de la locomotion animale se trouvent dans ces photographies, dont je réserve l'analyse pour en faire l'objet d'une Communication spéciale. »

ASTRONOMIE. — *Sur la seconde comète de l'année* 1784. Note de M. **Hugo Gyldén**. [Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite ([1]).]

« Il n'y a que deux observations de notre comète que nous regardions comme authentiques; en conséquence, nous ne pouvons déterminer que les deux éléments de l'orbite autour de la Terre : longitude de nœud et inclinaison, et de plus le rapport $\frac{dv_0}{d\tau}$ et la constante v_0 correspondent au temps τ_0. Pour avoir l'orbite complète, il nous faut donc établir des hypothèses sur la valeur de $\frac{dr_0}{d\tau}$ et de r_0, toutes les deux appartenant au même moment auquel se rapportent les valeurs de $\frac{dv_0}{d\tau}$ et v_0. Des différentes hypothèses que je viens examiner je ne donnerai ici que les résultats d'une seule. En désignant par Θ et par J les deux éléments qui déterminent la position du plan de l'orbite intermédiaire dans l'espace, nous avons, parmi plusieurs autres systèmes, les éléments suivants de l'orbite qu'a décrite la comète pendant quelque temps près des jours d'observation :

	Temps moyen de Paris.
Temps de périgée............	$\tau_0 = 1784$ avril $12{,}6212 \pm 6^{j}{,}1203$
Longitude de périgée........	$\Gamma = 328^\circ 39' \mp 15^\circ 29'$

$$\log\frac{r_2+r_1}{2} = \log u = 0{,}61365,$$

$$\log\frac{r_2-r_1}{r_2+r_1} = \log e = 9{,}21015,$$

$$\log k = 9{,}75763,$$

([1]) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1086.

$$\log e^{-\frac{\pi}{K}\omega} = 0,42599,$$

$$\log e^{\frac{\pi}{K}\sigma} = 0,44688,$$

$$\varsigma = +0,08825,$$

$$N = -0^\circ,5037,$$

$$\Theta = 90^\circ 0' - 0,12(\nu_0 - 328^\circ 39'),$$

$$J = 42^\circ 45',$$

$$\log(\mu_2) = 8,94810.$$

Mouvement rétrograde.

» On a donné les valeurs ambiguës de τ_0 et de Γ, parce que la valeur hypothétique de $\frac{dr_0}{d\tau}$ peut être positive ou bien négative.

» Dans de telles orbites on a calculé les positions de la comète, en y tenant compte des valeurs approchées des perturbations. En partant de ces positions, on a fait de nouvelles tentatives pour conjecturer l'orbite décrite par la comète autour du Soleil. Voici un des résultats obtenus sur la voie indiquée :

Comète d'Angos.

$$\theta = 70^\circ,$$

$$i = 2,$$

$$\pi = 150,$$

$$\log q = 9,980,$$

$$e = 9,800.$$

Mouvement direct.

» L'accord avec les orbites des trois autres comètes dont nous avons parlé ci-dessus est donc à peu près tel qu'on l'a trouvé auparavant. Il est donc *possible* que, si les deux observations communiquées à Messier ont été réellement faites, elles se rapportent à une comète appartenant au même groupe que la première comète de l'an 1743, la quatrième de l'an 1819 et enfin la comète périodique découverte l'année passée par M. Denning. »

CHIMIE. — *Sur la décomposition du protochlorure de gallium par l'eau.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« Dans une Communication antérieure [1], j'ai signalé le dégagement gazeux qui accompagne la dissolution du protochlorure anhydre de gallium par l'eau pure ou acidulée. Ce dégagement, peu abondant quand la liqueur reste très concentrée, devient tumultueux dès qu'on l'étend notablement.

» Un effet absolument analogue se produit lorsque du gallium métallique est dissous à froid dans une petite quantité d'acide chlorhydrique concentré. Il s'échappe un courant régulier de bulles pendant toute la durée de l'attaque et l'on obtient un liquide limpide qui, laissé à lui-même, n'abandonne de gaz visible que très lentement, mais en dégage des torrents aussitôt qu'on l'étend d'eau. Chaque nouvelle dilution provoque un dégagement gazeux, dont l'intensité va toutefois en décroissant jusque vers une limite paraissant atteindre au moins 10^{cc} pour $0^{gr},1$ de gallium employé. Si le métal n'était pas aussi rare, on aurait là le sujet d'une assez jolie expérience de cours, montrant le fait curieux d'un protochlorure métallique suffisamment stable au sein d'une liqueur aqueuse pour y prendre naissance, et passant à l'état de perchlorure, en déplaçant l'hydrogène, avec d'autant plus de rapidité que la proportion d'eau devient plus considérable. »

MÉMOIRES LUS.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur le mécanisme de l'arrêt des hémorrhagies.* Note de M. G. **Hayem.**

« Dans les cas de blessures non mortelles d'un vaisseau, l'hémorrhagie, rapide au début, se ralentit progressivement, puis s'arrête. Pour expliquer ce résultat favorable, on a invoqué la contraction de la paroi vasculaire. Elle est réelle et même énergique pour les artères de moyen et de petit calibres, presque nulle pour les veines. Mais cette contraction ne peut, à elle seule, obturer la plaie. Il a paru simple et naturel de faire alors intervenir la coagulation du sang. Cependant un moment de réflexion montre

[1] *Comptes rendus*, août 1881, p. 295.

qu'il y a dans cet arrêt du sang, par formation apparente d'un caillot, quelque chose de particulier dont il faut chercher le mécanisme. En effet, pendant l'hémorrhagie, le sang qui passe entre les lèvres de la plaie vasculaire est toujours nouveau ; que l'on recueille ce sang dans un vase, il ne se transformera en une masse gélatineuse qu'au bout de plusieurs minutes. Pourquoi donc se forme-t-il entre les bords de la plaie béante un bouchon solide qui est bientôt assez résistant pour s'opposer à l'issue de toute trace de sang?

» Tel est le point sur lequel je pense pouvoir apporter quelques nouveaux éclaircissements.

» Après avoir mis à nu la jugulaire externe d'un animal, d'un chien par exemple, on fait au vaisseau une petite plaie et l'on attend que l'hémorrhagie s'arrête spontanément ; puis immédiatement on place une ligature sur le bout périphérique du vaisseau. On peut alors assez facilement faire sortir de la petite plaie un caillot en forme de clou dont la pointe pénètre jusque dans la lumière vasculaire, tandis que la tête s'étale sur la paroi externe de la veine. En plongeant sans retard ce coagulum dans un liquide qui fixe les éléments du sang, on peut ensuite en examiner, à l'aide du microscope, les différentes parties. La pointe et la portion centrale sont grisâtres, visqueuses et composées d'une matière en partie granuleuse, en partie amorphe. Les granulations sont constituées par des amas énormes d'hématoblastes déjà altérés, mais encore très distincts les uns des autres, tandis que la matière amorphe résulte de la confluence en une masse commune et cohérente des hématoblastes les plus altérés. La tête du clou, qui est rouge à l'extérieur, contient au centre un prolongement de la matière visqueuse hématoblastique et à la périphérie des mèches fibrillaires retenant une grande quantité de globules rouges. Dans toute la portion centrale, et à proprement parler obturante, on n'aperçoit que de très rares globules blancs.

» Il est donc évident que la fibrine s'est surajoutée à un bouchon condensé, formé presque uniquement d'hématoblastes.

» On peut suivre au microscope la formation de ce bouchon en se servant du mésentère de la grenouille.

» Après avoir amené dans le champ du microscope une veinule d'un moyen calibre et à paroi bien transparente, on pratique une section incomplète de ce vaisseau à l'aide de la pointe d'un fin scalpel. Il se produit immédiatement une hémorrhagie abondante, et, pendant quelques secondes, on n'aperçoit au niveau de la plaie qu'un tourbillon rouge. Bientôt le flot

sanguin se rétrécit et s'écoule plus lentement; il est enserré par une couronne d'éléments fortement accolés les uns aux autres et qui adhèrent à l'ouverture du vaisseau. Quelques instants après, l'orifice de la plaie est surmonté d'une sorte de champignon blanchâtre à travers les éléments duquel les globules rouges s'insinuent péniblement. Loin d'être formé, comme l'ont dit plusieurs observateurs, par des globules blancs, ce champignon est composé par des hématoblastes qui ont été retenus au passage au fur et à mesure de l'écoulement du sang. Au moment où l'hémorrhagie cesse, ces éléments sont déjà notablement altérés et, en continuant l'observation, ils subissent sous vos yeux toutes les modifications caractéristiques décrites dans mes travaux antérieurs.

» Le bouchon obturateur hématoblastique ne retient qu'un nombre insignifiant de globules blancs. Ceux-ci sont sphériques, lisses à leur surface, nullement adhésifs; car, en prolongeant l'observation pendant quelques minutes, on les voit, grâce à leur contractilité amœboïde, s'écarter de l'amas des hématoblastes, comme ils le font dans le sang recueilli entre deux lames de verre. Ils ne paraissent donc participer en rien à l'arrêt du sang et ils possèdent encore leurs propriétés physiologiques et leurs caractères anatomiques normaux, alors que les hématoblastes du bouchon hémostatique sont déjà profondément modifiés.

» Dans ce processus, les bords de la plaie me paraissent agir à la façon d'un corps étranger. Il est aisé d'ailleurs de déterminer directement comment les hématoblastes se comportent à l'égard d'un corps étranger introduit dans le circuit sanguin. A l'aide d'une aiguille un peu courbe et fine, portant un fil d'argent ou de platine, on perfore la veine jugulaire externe d'un animal, d'un chien par exemple, de manière à faire pénétrer dans l'intérieur du vaisseau environ un centimètre du fil. Quand l'opération est bien faite, c'est à peine s'il suinte une goutte de sang aux orifices d'entrée et de sortie.

» Au bout de deux à trois minutes (laps de temps suffisant chez le chien, dont les hématoblastes sont très vulnérables), on vide le segment veineux traversé par le fil à l'aide de deux ligatures, la première placée sur le bout périphérique, la seconde sur le bout central; on détache immédiatement le tronçon de veine portant le fil, on l'ouvre après l'avoir plongé dans un liquide fixant les éléments du sang. Déjà le fil est entouré d'une couche grisâtre, à peine rosée çà et là, composée d'innombrables hématoblastes, d'autant plus faciles à reconnaître que le fil est resté moins longtemps en contact avec le sang circulant. Lorsqu'on laisse le fil plus longtemps dans

le vaisseau et que le manchon qui l'entoure est devenu plus volumineux, la constitution de ce manchon est alors tout à fait analogue à celle du clou hémostatique qui vient d'être décrit.

» Les hématoblastes, ainsi que mes premières recherches pouvaient le faire prévoir, jouent donc un rôle actif et considérable dans le mécanisme de l'arrêt du sang. Ces éléments sont à ce point altérables qu'en arrivant au contact des bords de la plaie ils deviennent adhésifs, comme lorsqu'ils rencontrent un corps étranger. En s'accumulant au pourtour de l'orifice béant du vaisseau, ils y forment un obstacle d'abord insuffisant; puis les premiers hématoblastes arrêtés, retenant à leur tour ceux que l'issue du sang vient mettre incessamment en contact avec eux, l'orifice de la plaie se rétrécit de plus en plus, jusqu'à ce qu'un bouchon, solide et bien fixé, l'obture enfin.

» Les autres éléments du sang et la formation de la fibrine ne participent à ce processus que d'une manière accessoire et secondaire.

» Le sang porte donc dans son sein un agent hémostatique puissant, et, pour bien faire comprendre ma pensée, je dirai que, s'il était possible de supprimer dans le sang normal tous les hématoblastes, la blessure d'un vaisseau déterminerait une hémorrhagie qui n'aurait plus aucune tendance à s'arrêter spontanément. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MM. Pellicot et Jaubert communiquent à l'Académie une Note relative à la destruction du Phylloxera par le sulfate de fer. (Extrait.)

« Ayant employé l'hiver dernier, pour détruire les germes d'anthracnose existant sur nos vignes, un mélange d'eau et de sulfate de fer dans la proportion connue de 2^{lit} d'eau pour 1^{kg} de sulfate de fer, nous avons remarqué que, dans les vignobles ainsi traités, l'invasion phylloxérique paraissait subir un temps d'arrêt.

» Nous nous sommes demandé si l'action corrosive du sulfate de fer n'avait pas pour effet de détruire l'œuf d'hiver et d'arrêter ainsi la multiplication du Phylloxera. »

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Betti** adresse une Note relative aux avantages de son insecticide contre le Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Thollon** se met à la disposition de l'Académie pour étudier, à l'aide du spectroscope, la prochaine éclipse de Soleil.

(Renvoi à la Commission nommée pour préparer un programme d'observations.)

M. A. **Guénard** adresse une Note intitulée : « Moyen d'éclairer la marche d'un train de chemin de fer ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. **Lallemand**, élu Correspondant de la Section de Physique, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que la statue de Fermat, élevée à Beaumont (Tarn-et-Garonne), aux frais de M. *Despeyrous*, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse, sera inaugurée le 20 août prochain. La cérémonie sera présidée par M. le Ministre de l'Instruction publique. L'Académie voudra sans doute désigner un ou plusieurs de ses Membres pour la représenter.

M. le **Président** prie M. C. Jordan de vouloir bien accepter cette mission.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une nouvelle série dans les fonctions elliptiques.* Note de M. **Faa de Bruno**, présentée par M. Hermite.

« En adoptant les notations ordinaires, on trouve

$$\sqrt{\frac{K}{8\pi}}\left(1+\sqrt{k'}+\sqrt[4]{1+k'}\,\sqrt[8]{64k'}\right)$$
$$= 1 + 2\left(q^{16} + q^{64} + q^{144} + \ldots + q^{(4p)^2} + \ldots\right).$$

En rappelant que la valeur maximum de q est environ de $\frac{1}{23}$, on voit de suite de quelle convergence extraordinaire jouit cette série. Le terme seulement en q^{16} est $< \frac{1}{10^{22}}$.

» Il s'ensuit que, s'il s'agissait de construire des tables elliptiques avec vingt décimales exactes, la formule

$$\sqrt{\frac{K}{8\pi}} = \frac{1}{1+\sqrt{k'}+\sqrt[4]{1+k'}\sqrt[8]{64k'}},$$

qu'on peut écrire sous cette autre forme

$$\frac{1}{\sqrt{\frac{2K}{\pi}}} = \frac{1+\sqrt{k'}+\sqrt[4]{1+k'}\sqrt[8]{64k'}}{4},$$

suffirait à elle seule pour donner d'un seul coup le nombre cherché sans passer par les difficultés de calculs longs et compliqués, comme on a fait jusqu'ici. Cet exemple seul vaudra pour tous. Supposons $k = \sqrt{\frac{3}{4}}$, d'où $k' = \frac{1}{2}$. On trouvera, en s'aidant des tables auxiliaires de Callet, pour les logarithmes à vingt décimales,

$$\log K = \log \int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{(1-x^2)\left(1-\frac{3}{4}x^2\right)}} = 0,33375\,26136\,98325\,44512.$$

Les tables à douze décimales de Legendre (p. 233, t. II) donnent

$$\log K = 0,333\,752\,613\,698. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les transcendantes entières.* Note de M. H. **Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« On sait que la découverte des facteurs primaires a jeté une lumière toute nouvelle sur la théorie des transcendantes entières, et a permis de les classer en un certain nombre de genres. D'après cette classification, une fonction du genre zéro est celle dont tous les facteurs primaires sont de la forme $1 - \frac{x}{a}$, et une fonction de genre n est celle dont tous les facteurs pri-

maires sont de la forme $e^{P(x)}\left(1-\frac{x}{a}\right)$, $P(x)$ étant un polynôme de degré n.

» A l'égard de ces transcendantes entières, de genre n, je suis arrivé aux résultats suivants :

» I. Soit d'abord une fonction $F(x)$ de genre zéro.

» 1° Supposons que x croisse indéfiniment en conservant un argument déterminé, et que α soit un nombre tel que

$$\lim e^{\alpha x}=0;$$

on aura également

$$\lim e^{\alpha x}F(x)=0,$$

quelque petit que soit le module du nombre α.

» 2° Considérons l'intégrale définie

$$\int_0^\infty F(z)^{zx}\,dz,$$

l'intégrale étant prise le long d'une droite d'argument tel que la limite de e^{zx} pour $z=\infty$ soit nulle. Cette intégrale définira une fonction $\Phi\left(\frac{1}{x}\right)$ qui est holomorphe en x, sauf pour $x=0$, c'est-à-dire une fonction *entière* de $\frac{1}{x}$.

» 3° La fonction $F(x)$ peut se mettre sous la forme

$$\int\frac{\Phi(z)}{z}e^{\frac{x}{z}}\,dz,$$

l'algorithme $\Phi(z)$ désignant une fonction entière, et l'intégrale étant prise le long d'un contour enveloppant l'origine.

» 4° Si l'on se reporte maintenant au savant Mémoire de M. Halphen, intitulé « Sur une série d'Abel » et inséré dans un des derniers *Bulletins de la Société mathématique de France*, on reconnaîtra que $F(x)$ peut être représentée par la série d'Abel dont il est question dans ce Mémoire, et cela quelle que soit la constante β.

» II. Malheureusement ces propriétés ne sont pas caractéristiques des fonctions du genre zéro; elles appartiennent en outre à quelques fonctions de genre 1, parmi lesquelles je citerai la suivante :

$$\prod_{n=1}^{n=\infty}\left(1-\frac{x^2}{n^2\log^2 n}\right).$$

Si plus généralement on envisage le produit infini

$$\Psi(x) = \prod \left(1 - \frac{x^2}{a_n^2}\right),$$

où la suite des nombres a_n est telle que la série $\sum \frac{1}{a_n}$ ne soit pas convergente, mais que cependant la limite de $\frac{a_n}{n}$ pour n infini soit infinie, la fonction $\Psi(x)$ sera de genre 1 et cependant jouira des propriétés énoncées plus haut.

» III. Considérons maintenant une fonction $F(x)$ de genre n.

» 1° Supposons que x croisse indéfiniment en conservant un argument déterminé, et que α soit un nombre tel que

$$\lim e^{\alpha x^{n+1}} = 0;$$

on aura également

$$\lim e^{\alpha x^{n+1}} F(x) = 0,$$

quelque petit que soit le module de α.

» 2° L'intégrale définie

$$\int_0^\infty e^{(xz)^{n+1}} F(z)\, dz,$$

prise le long d'une droite d'argument tel que la limite de $e^{(xz)^{n+1}}$ pour $z = \infty$ soit nulle, représente une fonction entière de $\frac{1}{x}$.

» 3° Si l'on pose

$$F(x) = \Sigma A_p x^p,$$

et si a est le plus grand entier contenu dans $\frac{p}{n+1}$, on aura

$$\lim A_p a! = 0, \quad \text{pour } p = \infty.$$

» 4° On aura de même

$$\lim A_p \sqrt[n+1]{(p!)} = 0, \quad \text{pour } p = \infty,$$

et même la série

$$\Sigma A_p \sqrt[n+1]{(p!)}\, x^p$$

représentera une fonction entière.

» 5° La fonction $F(x)$ peut se mettre sous la forme

$$\int \frac{\Phi(z)}{z} e^{\left(\frac{x}{z}\right)^{n+1}} \frac{\left(\frac{x}{z}\right)^{n+} - 1}{\frac{x}{z} - 1} dz,$$

$\Phi(z)$ désignant une fonction entière et l'intégrale étant prise le long d'un contour enveloppant l'origine. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Recherches sur l'emploi des manomètres à écrasement pour la mesure des pressions développées par les substances explosives.* Note de MM. **Sarrau** et **Vieille**, présentée par M. Berthelot.

« 1. La mesure du maximum des pressions produites par les explosifs dans les canons et dans les éprouvettes closes est d'une haute importance pour l'étude théorique et pratique des effets de la poudre et des substances explosives : elle présente des difficultés spéciales tenant à la grandeur des pressions et à la rapidité avec laquelle ces pressions se modifient.

» Les manomètres ordinairement employés pour évaluer les pressions statiques ne s'appliquent pas à cette mesure et ils ne peuvent donner sur les pressions maxima aucun renseignement, même approché.

» 2. On a employé, depuis quelques années, pour mesurer ces pressions, des procédés fondés sur les déformations permanentes qu'éprouvent les métaux sous l'action de forces énergiques.

» Le manomètre le plus répandu, fondé sur ce principe, est l'appareil dit *crusher*, imaginé par le capitaine Noble, de l'artillerie anglaise. Avec ce manomètre, on mesure l'écrasement d'un petit cylindre de cuivre rouge placé entre une enclume fixe et la tête d'un piston dont la base, de section connue, reçoit l'action des gaz.

» Cet appareil est actuellement réglementaire en France pour les épreuves de réception de poudre; il est d'un usage très commode, et ses indications sont en général fort régulières [1]. Mais la nature des évaluations numériques que ces indications sont susceptibles de donner n'a pas

---

[1] La régularité de la déformation est remarquable pour les cylindres préparés par les soins de l'Artillerie de la Marine. Ces cylindres ont, avant l'écrasement, $0^{m},008$ de diamètre et $0^{m},013$ de hauteur; après écrasement, ils prennent la forme d'un petit baril dont les bases restent rigoureusement circulaires, bien que leurs surfaces deviennent doubles et triples des surfaces primitives. Le solide déformé reste poli, sans gerçures ni granulations. Ces résultats ne s'obtiennent que par des soins extrêmes donnés à la fabrication et par l'emploi de cuivre d'une pureté exceptionnelle.

Le piston écraseur est la pièce la plus importante de l'appareil; il doit être rodé dans son logement avec la plus grande précision. La moindre fuite, sous les pressions énormes des expériences, suffit pour déterminer des érosions profondes dans les pièces d'acier entre lesquelles la fuite se produit, et pour mettre, en une seule fois, l'appareil hors de service.

été, jusqu'a présent, suffisamment définie, et l'emploi qui en a été fait pour la mesure des pressions n'est pas suffisamment justifié. En conséquence, nous avons pensé qu'il était utile de faire du fonctionnement de cet appareil l'objet d'une étude approfondie.

» 3. La mesure des pressions par le manomètre à écrasement suppose le tarage préalable de l'appareil.

» A cet effet, on produit l'écrasement des cylindres par des forces d'intensité connue appliquées suivant un mode déterminé. On a proposé un grand nombre de modes de tarages; dans tous ces procédés, la charge du cylindre atteint, suivant diverses lois, une valeur finale dite *force de tarage*, et l'on mesure l'écrasement correspondant. Deux séries de ces valeurs corrélatives constituent une table de tarage.

» 4. Sans entrer dans la description des divers procédés dont nous avons dû faire l'étude, nous dirons que nous nous sommes arrêtés au mode de tarage qui consiste à écraser le cylindre, lentement et progressivement, par quantités très petites, jusqu'à ce qu'il supporte sans déformation permanente une charge déterminée [1]. L'opération ainsi conduite donne la résistance du cylindre correspondant à chaque valeur de l'écrasement.

» L'examen des résultats obtenus par ce procédé montre que, lorsque la force de tarage varie de 1000^{kg} à 3500^{kg}, sa valeur peut être exprimée par une fonction linéaire de l'écrasement, de sorte que, si l'on désigne par

T la force de tarage ou résistance du cylindre,
ε l'écrasement, défini par la diminution de hauteur du cylindre,
K_0, K deux constantes,

on a sensiblement

$$T = K_0 + K\varepsilon.$$

» Par la méthode des moindres carrés, on trouve

$$K_0 = 541, \quad K = 535,$$

les unités étant le millimètre et le kilogramme.

---

[1] Ces pressions sont produites au moyen d'une balance romaine à fléau équilibré, construite par M. Jœssel, ingénieur de la marine, en vue d'essais concernant la résistance des métaux.

» Le Tableau suivant résume les excès des valeurs mesurées des écrasements sur les valeurs calculées par la relation linéaire :

Force de tarage.	Écrasements mesurés.	Écrasements calculés.	Différences.	Force de tarage.	Écrasements mesurés.	Écrasements calculés.	Différences.
	mm	mm	mm		mm	mm	mm
1000....	0,90	0,86	+ 0,04	2500...	3,73	3,66	+ 0,07
1500....	1,74	1,79	— 0,05	3000...	4,62	4,59	+ 0,03
2000....	2,67	2,73	— 0,06	3500...	5,49	5,53	— 0,04

» 5. La table de tarage établie, il reste à préciser la règle suivant laquelle ses indications peuvent être utilisées pour l'appréciation des pressions développées par les explosifs, d'après les écrasements que ces pressions produisent dans des conditions autres que celles du tarage.

» On peut prévoir immédiatement deux cas limites pour lesquels la valeur de la pression maximum développée par l'explosif est en relation simple avec les indications de la table de tarage.

» Le premier cas est celui dans lequel le développement de la pression est assez lent, et la masse du piston écraseur est assez faible pour que les forces d'inertie puissent être négligées. Il y a, dans ce cas, sensiblement équilibre entre la pression développée par l'explosif et la résistance du cylindre, et la pression maximum est égale à la force de tarage correspondant à l'écrasement observé.

» Le second cas est celui où le piston du crusher effectue son mouvement sous pression constante sans vitesse initiale ; l'équation du travail fournit alors immédiatement, d'après la loi de la résistance, la valeur de la pression en fonction de l'écrasement, et la valeur de la force est égale à la force de tarage correspondant *à la moitié* de l'écrasement.

» Ce dernier cas peut se réaliser lorsque la combustion d'un explosif en vase clos est assez rapide, et lorsque le piston est assez lourd pour que son déplacement puisse être regardé comme négligeable pendant le développement de la pression maximum.

» 6. Pour déterminer les cas de la pratique dans lesquels l'appareil peut être considéré comme fonctionnant à l'une ou l'autre des deux limites, et pour établir un mode de calcul de la pression maximum applicable aux cas intermédiaires, il est nécessaire d'étudier théoriquement le mouvement du piston écrasant le cylindre sous l'action d'une force fonction quelconque du temps, et de comparer les résultats de la théorie aux données que

fournit l'enregistrement de la loi du mouvement du piston crusher sous l'action des principaux explosifs.

» Cette étude fera l'objet d'une prochaine Communication. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur la théorie des figures équipotentielles obtenues par la méthode électrochimique.* Note de M. **Ad. Guébhard.** (Extrait.)

« La théorie mathématique des anneaux de Nobili a toujours été basée sur une application pure et simple de la loi de Faraday, à un régime électrique *permanent*, qui s'établirait d'une électrode à l'autre à travers le liquide et la plaque, celle-ci ne cessant jamais de faire partie du circuit. D'après cela, l'épaisseur des dépôts, dont la résistance additionnelle n'était jamais mise en ligne de compte, devrait croître indéfiniment avec le temps, et rien n'est plus contradictoire à l'impression frappante que produit, après la naissance subite et la rapide extension des anneaux, leur arrêt de développement toujours très net et parfois leur régression sur place. En vain prolongerait-on l'expérience pendant des heures et des journées; aucune amélioration ne saurait être apportée au résultat des premières minutes, et le doute n'est pas possible pour l'observateur : ces anneaux, dont la forme définitive sera la figuration précise d'une distribution statique ou permanente, doivent leur naissance à une période très courte d'état *variable*, et à une sorte de réaction de la feuille mince de métal qui, après avoir offert au courant le chemin d'abord le plus facile, tend presque aussitôt à le rejeter hors d'elle ou tout au moins à n'en garder qu'une part égale à celle des couches liquides contiguës.

» Quel que soit le mécanisme intime de ce phénomène de polarisation métallique, son importance expérimentale ne peut être méconnue et va jusqu'à détruire par un courant superficiel inverse l'effort de pénétration du courant de pile. A ce moment seulement commence le régime permanent dans la masse du cylindre fluide à base métallique, devenue homogène au point de vue des conductibilités : chaque tranche horizontale obéit séparément à l'équation à deux termes de Lamé; et, pour qu'aucun échange vertical n'ait lieu entre la dernière tranche liquide et la plaque, il faut évidemment que le revêtement de polarisation sur celle-ci soit partout proportionnel aux valeurs positives ou négatives de φ que donne l'équation $\Delta_2 \varphi = 0$. Ainsi se trouve justifié, dans les conditions expérimentales que j'ai précisées antérieurement (limitation rigoureuse de la plaque aux

parois de l'auge, et grande hauteur verticale du bain et des électrodes), le contraste entre la loi simple que j'ai établie par l'expérience et les lois compliquées ou contradictoires auparavant déduites de la théorie [1]. »

CHIMIE. — *Détermination des densités de vapeur dans des ballons de verre à la température d'ébullition du sélénium.* Note de M. L. TROOST.

« Dans une précédente Communication, j'ai fait connaître la température d'ébullition du sélénium sous des pressions voisines de la pression atmosphérique.

» A cette température, on ne peut, pour la détermination des densités de vapeur, employer des ballons en verre ordinaire; ils se ramollissent et se déforment complètement. Certains tubes en verre de Bohême résistent bien, mais ils sont de trop petit diamètre. Il faut en effet, quand on opère aux températures élevées, des vases d'au moins 250^{cc} à 300^{cc}, si l'on veut éviter que les erreurs de pesées n'aient sur les résultats calculés une influence trop considérable.

» J'ai pu, grâce à l'obligeance de MM. Appert frères, verriers à Clichy, me procurer des ballons en verre peu fusibles et ayant une capacité d'environ 300^{cc}. Ces ballons, chauffés à la température d'ébullition du sélénium et fermés sous la pression atmosphérique, ne se déforment pas quand ils contiennent un gaz ou une vapeur conservant, pendant les premiers moments du refroidissement, une assez forte tension. Quand, au contraire, la vapeur se condense très rapidement, il y a quelquefois, dans les points où le verre a le moins d'épaisseur, un commencement de déformation qui nécessite la détermination exacte du volume du ballon avant l'expérience.

» Le creuset de plombagine, qui contient le bain de sélénium, est placé dans l'axe d'un four à gaz Perrot, de manière que sa partie supérieure reste en dehors du four. La détermination d'une densité de vapeur, dans ces conditions, donne moins de peine qu'aux températures pour lesquelles on emploie un bain d'huile [2].

---

(1) DU BOIS-REYMOND, *Pogg. Ann.*, t. LXXI, p. 71; 1846. — RIEMANN, *Pogg. Ann.*, t. XCV, p. 130; 1855. — BEETZ, *Pogg. Ann.*, t. XCVII, p. 22. — H. WILD, *Denkschr. d. Schweiz. Ges.*, t. XV, p. 1; 1859. — H. WEBER, *Journ. de Borchardt*, t. LXXV, p. 75; 1873. — DITSCHEINER, *Sitzb. d. Wien. Akademie*, t. LXXVIII, p. 93; 1878.

(2) L'emploi de bouteilles cylindriques en fonte émaillée simplifiera encore l'opération, en donnant plus facilement une fermeture hermétique.

» On pèse le même ballon rempli successivement d'air et de la vapeur en expérience, et fermé à la température d'ébullition du sélénium. De cette façon la densité de vapeur est déterminée avec la même exactitude que si l'on connaissait rigoureusement le coefficient de dilatation du verre employé, entre 0° et 670° (1).

» Pour obtenir une vérification expérimentale, j'ai déterminé dans ces conditions la densité de vapeur du bichlorure de mercure, et j'ai obtenu les résultats suivants :

Excès de poids	$0^{gr},674$
Température de la balance	16°
Pression atmosphérique à la pesée	$764^{mm},38$
Pression atmosphérique à la fermeture	$760^{mm},36$
Volume du ballon	$302^{cc},0$
Air resté à 17° sous $764^{mm},4$	$3^{cc},5$
Densité obtenue	9,37
Densité théorique	9,38

L'accord entre la théorie et l'expérience est donc aussi complet que possible.

» *Densité de la vapeur d'iode.* — Cette densité a été, dans ces derniers temps, l'objet d'un grand nombre de recherches aux températures élevées, en raison de l'intérêt théorique qui s'attache aux variations que présentent les résultats numériques obtenus.

» Il était d'autant plus important d'obtenir une détermination rigoureuse de cette densité vers 665°, que les expériences faites par MM. Crafts et Meier (1) aux températures de 677° à 682° avaient fourni des nombres variant de 8,06 à 8,58 et laissaient, par suite, indécise la question de savoir si, à ces températures, le coefficient de dilatation de l'iode était déjà notablement différent de celui de l'air.

---

(1) J'ai déterminé le coefficient de dilatation du verre de mes ballons entre 0° et 300°, en les employant comme réservoirs de thermomètres à poids. Les nombres que j'ai obtenus se rapprochent beaucoup de ceux que Regnault avait fixés pour un verre très peu fusible sur lequel il opérait. Si à ce coefficient de dilatation on substituait le coefficient de dilatation du verre ordinaire, on arriverait au nombre 673° au lieu de 665° pour la température d'ébullition du sélénium.

(2) *Bulletin de la Société chimique*, t. XXXIV, p. 9.

» Voici les résultats auxquels je suis arrivé [1] :

	I.	II.
Excès de poids	0gr,521	0gr,580
Température de la balance	15°	16°,3
Pression atmosphérique à la pesée	753,30	756,31
Pression atmosphérique à la fermeture	753,07	756
Volume du ballon	306cc	305cc,3
Gaz resté mesuré à 0° et sous 760mm	10cc,2	4cc,0
Densité obtenue	8,57	8,53

» Il résulte de ces expériences que la vapeur d'iode possède encore aux environs de 665° un *coefficient de dilatation* qui ne diffère que très peu de celui de l'air, tandis que son *coefficient de compressibilité* est déjà, à 440°, notablement différent de celui de l'air, ainsi que je l'ai établi dans une précédente Communication [2], en montrant qu'à cette température la densité diminuait, avec la pression, de 8,7 à 7,35.

» *Densité de la vapeur de soufre.* — Pour la vapeur de soufre, j'ai au contraire constaté [3] que sa densité était, à 440°, indépendante de la pression. Elle conserve à cette température, et quelque faible que soit la pression, la valeur 6,6, triple de la valeur 2,2 qu'elle possède aux températures élevées.

» Elle se comporte comme l'oxygène ozonisé dont la densité, égale à une fois et demie celle de l'oxygène ordinaire, est, à la température de 10°, indépendante de la pression.

» L'ozone se décomposant peu à peu, en repassant à l'état d'oxygène ordinaire, à mesure que la température s'élève, il était intéressant de constater que la vapeur de soufre passe, comme l'ozone, progressivement d'un état allotropique à un autre quand la température s'élève, et que, par suite, sa densité de vapeur, prise à une température intermédiaire entre la température d'ébullition du soufre et celle du cadmium, a une valeur intermédiaire entre 6,6 et 2,2; c'est ce que prouvent les résultats suivants, obtenus à la température de 665° ;

---

(1) Le même ballon a servi pour la fixation de la température et pour ces deux déterminations successives.

(2) *Comptes rendus*, t. XCI, p. 54.

(3) *Ibid.*, t. LXXXVI, p. 1396.

	I.	
Excès de poids	$-0^{gr},035$	$-0^{gr},032$
Température de la balance	$16^{\circ},1$	$16^{\circ},8$
Pression atmosphérique à la pesée	$764^{mm},75$	753^{mm}
Pression atmosphérique à la fermeture	$764^{mm},75$	753^{mm}
Volume du ballon	302^{cc}	296^{cc}
Gaz resté, mesuré à 0° et sous 760^{mm}	$2^{cc},27$	$0^{cc},66$
Densité obtenue	2,94	2,92

» Le vapeur de soufre passe donc, comme l'oxygène, progressivement, d'un état allotropique à un autre quand la température s'élève. »

CHIMIE. — *Quelques remarques sur le didyme*. Note de M. **P.-T. Clève**, présentée par M. Wurtz.

« J'ai communiqué, il y a peu de temps, à l'Académie, une Note préliminaire, qui avait pour but de rendre probable l'existence d'un élément inconnu, entre le lanthane et le didyme, et accompagnant ce dernier dans un certain nombre de minéraux. Comme caractéristique de cet élément hypothétique, que j'ai désigné par ce symbole, Di-β, j'ai donné la raie spectrale $l = 4333,5$, qui ne se trouve pas parmi les raies du lanthane et du didyme, enregistrées en 1874 par M. Thalèn. Des recherches continuées plus tard nous ont convaincus, M. Thalèn et moi-même, que cette raie appartient en effet au spectre du lanthane et que c'est par erreur qu'elle ne se trouve pas dans le tableau de M. Thalèn; ce dernier, au lieu de cette raie, en indique une autre, voisine et très forte, $l = 4330$, qui n'existe pas dans le spectre du lanthane. Il est donc évident qu'il y a ici un *lapsus calami*, qui m'a trompé.

» L'examen des fractions intermédiaires entre le lanthane et le didyme, que nous avons fait M. Thalèn et moi-même, a rendu très peu probable l'existence d'un élément nouveau entre le lanthane et le didyme.

» Il semble résulter des recherches de M. Brauner (¹) qu'il y a une variation dans le poids atomique du didyme, qu'il faut attribuer, comme M. Brauner l'a déjà fait, à la présence d'un oxyde étranger. Si cet oxyde est nouveau, la décipine reste à découvrir. A présent, il me paraît très peu probable qu'il se précipite par l'ammoniaque après le vrai didyme. »

(¹) *Nature*, 8th juin 1882, p. 137.

CHIMIE. — *Action de l'hydrogène sulfuré sur le chlorure de nickel.* Note de M. H. **Baubigny**, présentée par M. Debray.

« Certains chlorures métalliques sont, comme on le sait, plus difficiles à transformer en sulfures que les sulfates correspondants lorsque ces sels sont soumis, dans les mêmes conditions, à l'action de l'hydrogène sulfuré.

» J'ai cru utile de rechercher s'il existait, dans le cas du nickel, une différence semblable.

» Dans ce but, j'ai pris constamment des poids équivalents de sulfate et de chlorure, en opérant dans des conditions toujours comparables, et, de ces expériences, il résulte que le sulfate de nickel est transformé en sulfure plus rapidement que le chlorure.

» Ainsi, en faisant deux dissolutions, toutes deux dans 140^{cc} d'eau, l'une de $1^{gr},100$ de sulfate neutre $NiOSO^3$, l'autre de $0^{gr},925$ de chlorure neutre NiCl (1), on trouve, si l'on abandonne les deux solutions pendant vingt heures à la température ambiante (de $+12°$ à $+16°$) et en vase clos, après les avoir saturées à $0°$ par le gaz sulfhydrique, que la solution de sulfate ne renferme plus que $0^{gr},342$ de sel de nickel, tandis que celle du chlorure, au bout du même temps, contient encore un poids de nickel correspondant à $0^{gr},616$ de sulfate.

» A chaud, en liqueur acide, on constate une différence aussi sensible.

» En effet, si, aux deux dissolutions précédentes de chlorure et de sulfate, on ajoute de l'acide libre, à chacune le même que celui du sel, et, en poids, un poids égal à celui contenu dans le sel employé, on ne trouve plus, après avoir chauffé quatre heures à $100°$, que $0^{gr},077$ de sulfate dans la solution de ce sel, alors que celle du chlorure renferme un poids de nickel correspondant à $0^{gr},215$ de sulfate.

» Dans les deux expériences, le volume gazeux de l'espace clos était le sixième du volume liquide.

» Pour le nickel aussi, il est donc incontestable que le sulfate est plus facilement décomposé que le chlorure par l'hydrogène sulfuré, et, par suite, que, dans des conditions comparables, l'acide chlorhydrique s'oppose plus énergiquement que le poids équivalent d'acide sulfurique à cette transformation du nickel en sulfure, indépendamment de toute influence d'un caractère physique.

---

(1) Le poids équivalent en sulfate $NiOSO^3$ est $1^{gr},103$.

» Cependant, ainsi que le prouve l'expérience, les déductions que ai déjà tirées des observations faites avec le sulfate de nickel sont également vraies pour le chlorure. Avec ce dernier sel comme avec le sulfate, la transformation du métal en sulfure se fait d'une manière progressive, et n'est seulement que beaucoup plus lente. Aussi peut-on dire que, d'une manière générale, l'action de l'hydrogène sulfuré sur les sels de nickel dépend :

» 1° Du rapport de l'acide et du métal;

» 2° De la nature de l'acide (¹) (SO^3, — HCl, — $C^4H^4O^4$, — ...);

» 3° De la température;

» 4° De la durée d'expérience;

» 5° De l'état de saturation relative de la liqueur par l'hydrogène sulfuré, c'est-à-dire de la tension de ce gaz;

6° *Et par suite, à chaud,* du rapport des volumes gazeux et liquides dans l'espace clos.

» Les causes influentes étant si diverses, on s'explique les opinions contradictoires émises par les différents expérimentateurs qui ont étudié les modes de séparation du nickel d'avec le zinc, le cadmium, le cuivre, etc., à l'aide de l'hydrogène sulfuré.

» C'est ainsi que la méthode de séparation du zinc et du nickel en présence de l'acide acétique seul est toujours aléatoire, puisqu'il faut, pour empêcher la précipitation du nickel, à la température ordinaire, des quantités d'acide libre d'autant plus grandes que le poids du nickel en solution est plus fort, et que, de plus, sous l'influence d'une température relativement peu élevée (40° par exemple), même en vase ouvert, il se précipite toujours du sulfure. On sait, en effet, qu'il suffit de porter à 70°, en vase ouvert, une solution acétique d'acétate de nickel, où l'on a fait passer un courant de gaz sulfhydrique, et de laisser refroidir la liqueur à l'abri du contact direct de l'air, de manière à éviter une trop grande perte d'hydrogène sulfuré et tout phénomène d'oxydation, pour que *tout* le nickel soit séparé à l'état de sulfure (²), qui, au bout de dix à douze heures, est entièrement déposé.

» La méthode n'est en défaut que si la solution renferme des corps oxydants, des nitrates par exemple; mais, comme on peut détruire l'acide nitrique, dans ces conditions, par l'ébullition avec du sulfhydrate d'am-

---

(¹) Les nitrates feront l'objet d'une Note spéciale.

(²) L'acidité de la liqueur ne doit cependant pas être excessive, pour qu'on puisse obtenir ce résultat.

moniaque, il suffit donc de soumettre la dissolution à ce traitement, qu'on répète s'il y a lieu, pour qu'on puisse y effectuer la précipitation *complete* du nickel, en présence de l'acide acétique libre, à l'état de sulfure. »

CHIMIE. — *Sur l'isomérie des sulfites cuivreux.* Note de M. **Etard**, présentée par M. Cahours.

« I. Dans une Note précédente, j'ai fait voir que l'acide sulfureux en réagissant sur l'acétate cuivrique dissous donnait tout d'abord un sel renfermant $S^8O^{32}Cu'^2Cu''^{10}H^{10} + 21H^2O$, le sel de Péan de Saint-Gilles. Celui-ci, par l'action ultérieure de l'acide sulfureux, subit une réduction et se convertit en un sel basique jaune, cristallisé, renfermant $S^8O^{32}Cu'^4Cu''^{14}, Cu^2O + 5H^2O$. Pour obtenir ce nouveau corps, on fait passer un courant d'acide sulfureux dans une solution d'acétate cuivrique maintenue à 85°; le sel floconneux se forme tout d'abord, le sel de Péan ne tarde pas à se convertir en un précipité sablonneux jaune ayant la composition indiquée. Si, la précipitation de ce sel étant achevée, on prolonge l'action du gaz sulfureux, la réaction, un instant arrêtée par la formation d'un corps défini, possible dans ces circonstances, reprend sa marche, et le sel jaune se transforme complètement en sel de Chevreul par une nouvelle réduction. Le sel de Chevreul, qui paraît se former directement, est donc précédé par la formation de deux corps définis au moins.

» Dans cette réaction de l'acide sulfureux gazeux sur l'acétate cuivrique dissous, plusieurs circonstances sont variables à volonté. Si l'on fait croître la température, par exemple, la tendance à la formation de sels peu hydratés croît, l'acide acétique de l'acétate tend à se séparer, en même temps le gaz sulfureux se fixe avec une plus grande difficulté. On peut encore faire varier le milieu par l'addition d'un excès d'eau ou d'acide acétique. Dans ces conditions on peut donc prévoir la formation d'un grand nombre de sels basiques comme conséquence nécessaire de l'équilibre mobile du milieu. Cela a lieu, en effet, et, en faisant varier la température, on obtient une série de sels cristallisés présentant toute une gamme de couleurs, depuis le brun clair jusqu'au violet foncé. Ces sels sont des sulfites de plus en plus basiques, tendant par degrés insensibles vers la composition de l'oxyde cuivreux qu'on obtient finalement, surtout dans les milieux étendus d'eau. Tout en conservant, comme des espèces définies, une homogénéité parfaite et l'état cristallisé, la teneur de ces corps en cuivre varie constamment comme si, dans ce cas, les proportions selon

lesquelles la combinaison s'effectue étaient régies non pas par la loi des proportions chimiques définies, mais par les nécessités physiques du milieu. Comme pour les minéraux naturels, on pourrait, sans doute, arriver à formuler ces sulfites basiques en prenant un coefficient assez élevé; l'un de ces sulfites a été obtenu plusieurs fois en cristaux violets présentant la formule $SO^3Cu^2, 9Cu^2O$, ce qui fait déjà une teneur de 96 pour 100 de protoxyde de cuivre.

» L'une des variations qu'on peut faire subir au milieu précédent, c'est celle qui consiste à remplacer l'eau par l'acide acétique qui tendra à limiter la formation des sels basiques par dissociation.

» II. Le verdet cristallisé se dissout à l'ébullition dans l'acide acétique à 8° du commerce. Si, dans cette solution saturée, filtrée et maintenue en ébullition, on fait arriver du gaz sulfureux, la liqueur verte prend une coloration bleu foncé, comme s'il y avait là un sel ammoniacal, et bientôt il se fait un précipité d'écailles blanches nacrées formant un dépôt lourd au fond du vase; il convient de mettre fin à l'expérience peu de temps après son début, sans quoi le sel blanc se transformerait dans un des sels violets basiques signalés ci-dessus. On décante rapidement le liquide bouillant, on filtre, puis on lave à l'eau, à l'alcool et à l'éther. Le nouveau sel se présente à l'état de pureté sous la forme de cristaux visibles à l'œil nu : ce sont des tables hexagonales, incolores ou légèrement ambrées, agissant sur la lumière polarisée. Sa composition est exprimée par la formule SO^3Cu^2, H^2O : c'est du sulfite cuivreux.

	Trouvé.	Théorie.
Cu..................	56,2	56,4
S....................	14,3-14,5	14,2
H^2O................	8,5	8,0

» Jusqu'à ce jour on ne connaissait avec certitude, ni sulfite cuivreux, ni sulfite cuivrique. Tagojsky (*Comptes rendus*, année 1851) avait annoncé qu'en traitant le sulfite cuproso-ammonique $SO^3Cu^2, SO^3(AzH^4)^2, 2H^2O$ par l'acide sulfureux, il se formait un sulfite cuivreux rouge, mais le fait avait été nié par Péan de Saint-Gilles qui n'a pu obtenir ce corps. En répétant ces expériences, j'ai trouvé qu'on pouvait préparer en abondance le sulfite cuivreux rouge de Tagojsky par une digestion prolongée du sel ammonique avec un grand excès d'acide sulfureux plusieurs fois renouvelé. Le sel d'ammonium, qui est hexagonal et incolore, se transforme complètement en cristaux prismatiques rouge brique, visibles à l'œil nu et

agissant sur la lumière polarisée. D'après mes expériences, on obtient ce sel plus facilement en faisant réagir l'acide sulfureux en solution sur le composé sodique $SO^3Cu^2, SO^3Na^2, 2H^2O$ qui passe presque immédiatement du blanc à la coloration rouge du sulfite cuivreux. Le sulfite cuivreux rouge, pas plus que le blanc, ne contient de cupricum; du reste, il se forme au sein d'un excès de réducteur. La formule brute du sulfite cuivreux rouge est SO^3Cu^2, H^2O; il se forme selon l'équation finale :

$$SO^3Cu^2, SO^3Na^2, 2H^2O + SO^3H^2 = SO^3Cu^2H^2O + H^2O + 2SO^3NaH.$$

» Il existe deux sulfites cuivreux isomériques : l'un blanc, d'une densité de 3,83 à 15°; l'autre rouge, d'une densité de 4,46 à la même température. Le premier, que je viens de signaler pour la première fois, me paraît être *le sulfite cuivreux normal* correspondant au chlorure et à l'acétate cuivreux incolores. Je regarde le second comme un isomère par polymérie, je l'appellerai *isosulfite cuivreux*. En confirmation de ces idées j'ai pu transformer le sulfite cuivreux blanc en sulfite cuivreux rouge, en le faisant digérer pendant quelques heures avec de l'acide sulfureux dans un tube fermé. Les tables hexagonales blanches se convertissent rapidement en prismes rouges, peut-être en se transformant d'abord en un sulfite cuivreux acide. D'après la composition d'un dérivé de sulfite cuivreux rouge, que je décrirai prochainement, il me paraît vraisemblable que ce sel soit un corps rentrant dans la série des sulfites renfermant S^8, dont j'ai déjà signalé plusieurs termes. Le sulfite cuivreux rouge deviendrait ainsi un octosulfite cuivreux de la formule $S^8O^{32}(Cu')^{16}H^{16}$.

» A l'exception des allotropies des corps simples, et de l'isomérie des sulfures de phosphore, les cas d'isomérie, si abondants dans les séries complexes de la Chimie organique, sont à peu près inconnus en Chimie minérale, et, à ma connaissance, l'isomérie des sels proprement dits n'avait encore été observée que dans un seul cas, par Marignac, sur des fluosels. »

MÉTALLURGIE. — *De la réduction de certains minerais d'argent par l'hydrogène et la voie humide*. Note de M. P. LAUR, présentée par M. Daubrée.

« Toutes les fois que l'hydrogène prend naissance dans une liqueur où se trouvent du sulfure, chlorure, bromure et iodure d'argent, le composé argentifère est détruit; il se forme un acide hydrogéné et l'argent passe à l'état métallique.

» La réaction suivante où les réductions sont produites peut être utilisée en métallurgie.

» Le minerai d'argent, sulfure, chlorure, bromure ou iodure, est réduit en poudre fine et placé dans un vase de fonte où l'on verse une lessive alcaline à faible titre : 1 partie de soude pour 100 parties d'eau. D'un autre côté, on prépare un amalgame contenant 3 parties d'étain pour 100 parties de mercure qu'on réunit au minerai et l'on porte le tout à l'ébullition.

» L'hydrogène produit détermine la décomposition des composés argentiques. L'argent s'amalgame au mercure; le soufre passe dans la liqueur à l'état de sulfostannate alcalin; le chlore, le brome et l'iode donnent des sels de soude correspondants; il n'y a pas perte sensible de mercure.

» Cette réaction peut être utilement substituée au procédé du *Cazo* mexicain et du *Pan* californien, par lesquels on traite des minerais contenant l'argent à l'état natif ou de sulfure simple, mêlés à des proportions variables de chlorure, bromure ou iodure. Par cette substitution on supprimerait la consommation du mercure, toujours très considérable dans ces procédés du *Cazo* et du *Pan*, et, autant qu'on peut en juger par des expériences de laboratoire, on arriverait à une extraction plus complète de l'argent. Il n'y aurait, d'ailleurs, aucun changement à faire dans le matériel des usines. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chloroforme sur le β-naphtol.* Note de M. G. Rousseau.

« Dans une Communication précédente [1], j'ai signalé la formation d'un pseudo-glycol, par l'action du chloroforme sur le β-naphtol.

» L'étude de ce corps étant aujourd'hui terminée, je crois utile de faire la description complète de la réaction qui lui donne naissance.

» Dernièrement [2], M. Kauffmann a publié un travail sur l'aldéhyde $C^{11}H^{8}O^{2}$, produit accessoire de la réaction du chloroforme sur le β-naphtol, et dont je m'étais borné à constater la formation. Il confirme mes premières observations sur le glycol tertiaire $C^{22}H^{14}O^{2}$, mais il n'a pas cherché à expliquer le mécanisme de la réaction. C'est ce que je vais essayer de faire.

» Traité par le chloroforme, en présence d'une solution alcaline étendue, le naphtol donne, comme je l'ai dit, un magma jaunâtre formé

(1) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 133.

(2) *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, t. XV, p. 808.

surtout de glycol impur, qu'on purifie par des lavages à l'alcool bouillant.

» Par évaporation, cet alcool laisse un résidu foncé, qu'on peut dédoubler, par l'action de dissolvants appropriés (benzine, ou mieux essence de pétrole), en une résine et en cristaux bien définis présentant le point de fusion (198°) et toutes les propriétés de l'éther du glycol $C^{22}H^{12}O$, précédemment décrit. Les rendements sont assez faibles, 2 pour 100 à peine du naphtol employé. Quant à la résine, elle est insoluble dans les alcalis, peu soluble dans l'alcool et la benzine. Elle renferme 96 pour 100 de carbone. Chauffée, elle donne un sublimé d'aiguilles et laisse un résidu brillant de charbon. On peut donc l'envisager comme formée, en grande partie, d'hydrocarbures condensés.

» Dans certaines conditions, en n'employant que la quantité d'alcali suffisante pour neutraliser le β-naphtol, j'ai obtenu, à côté de la résine et du glycol, de petites quantités d'un alcool monoatomique $C^{22}H^{14}O$.

» Enfin, dans toutes mes expériences, j'ai constaté un dégagement abondant d'oxyde de carbone pur.

» Cette réaction est, comme on le voit, fort complexe. Je n'ai pu réussir à en rendre compte par une équation. De quelque façon que j'aie cherché à combiner les formules, le premier terme contient toujours un atome d'oxygène en excès, qui doit se fixer sur le naphtol ou sur l'aldéhyde, pour donner naissance à un corps plus oxygéné.

» N'ayant pu réussir à isoler d'autres composés cristallisés que ceux que j'ai signalés plus haut, j'ai songé à analyser la résine brune, soluble dans les alcalis, qui accompagne toujours l'aldéhyde. Je suis parvenu à séparer ces deux corps par l'action de l'essence de pétrole, qui dissout seulement l'aldéhyde. La résine, ainsi purifiée, contient 47 pour 100 d'oxygène. Il est probable qu'elle se forme aux dépens de l'aldéhyde, si facilement oxydable, surtout en solution alcaline.

» L'action du chloroforme sur le β-naphtol ne pouvant fournir d'oxygène naissant, il s'ensuit que cette oxydation partielle doit correspondre à une hydrogénation parallèle d'une autre portion de l'aldéhyde qui se condense, avec élimination d'eau, pour former le glycol $C^{22}H^{14}O^{2}$.

» En résumé, l'action du chloroforme sur le β-naphtol donne naissance à divers produits qu'on peut classer en deux groupes bien distincts :

» *a*. Corps insolubles dans les alcalis : 1° le glycol $C^{22}H^{14}O^{2}$, 2° l'éther proprement dit du glycol $C^{22}H^{12}O$, 3° l'alcool monoatomique $C^{22}H^{14}O$, 4° une résine contenant 96 pour 100 de carbone.

» *b.* Corps solubles dans les alcalis : 1° l'aldéhyde $C^{11}H^8O^2$, 2° une résine très oxygénée.

» Enfin, on observe un dégagement continu d'oxyde de carbone.

» Le phénomène le plus saillant de la réaction est, sans contredit, la transformation d'un phénol en un composé à fonction alcoolique. Ce fait paraît en contradiction avec tout ce qu'on sait des propriétés générales des phénols.

» L'oxhydryle phénolique est très stable ; on ne parvient d'ordinaire à le substituer que par l'action de réactifs très énergiques, tels que le perchlorure de phosphore. M. Berthelot a montré que, chauffé en tubes scellés à 360°, en présence d'ammoniaque, le phénol benzénique ne se transforme pas en aniline.

» Il paraît donc, au premier abord, impossible d'admettre que l'oxhydryle du naphtol ait pu s'éliminer sous l'influence du chloroforme.

» Cette contradiction apparente s'explique, si l'on tient compte d'expériences récentes, tendant à prouver que dans les naphtols on peut substituer l'oxhydryle avec une assez grande facilité. C'est ainsi que M. Holdmann a réussi à préparer la β-naphtylamine en chauffant le β-naphtol dans un courant de gaz ammoniac, et que M. Græbe a découvert les éthers des naphtols en les faisant bouillir avec de l'acide sulfurique étendu.

» Ces réactions curieuses établissent une certaine analogie entre les naphtols et les alcools véritables. Elles permettent de se rendre compte du mécanisme de la synthèse du nouveau glycol.

» Deux molécules d'aldéhyde $C^{11}H^8O^2$, sous l'influence hydrogénante signalée plus haut, perdant leur oxhydryle à l'état d'eau, s'unissent pour former un groupement dinaphtylique. Les deux groupes *formyle* — COH, placés probablement tous deux dans la position ortho par rapport au point de soudure, subissent une transposition moléculaire et se transforment en radicaux $\equiv$COH, caractéristiques des alcools tertiaires.

On est ainsi conduit à la formule de constitution :

$$\begin{array}{l} C^{10}H^6\text{-}COH \\ | \quad\quad\quad \| \\ C^{10}H^6\text{-}COH \end{array}$$

qui fait du nouveau composé *un glycol tertiaire non saturé*.

» Cette formule rend compte de toutes les propriétés ; elle se trouve confirmée par son dédoublement en isodinaphtyle sous l'action de la chaux sodée[1]. »

---

[1] Ces recherches ont été faites au laboratoire de Chimie des hautes études de la Sorbonne.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Introduction dans l'industrie du vanadium extrait des scories basiques du Creusot.* Note de MM. **G. Witz** et **F. Osmond**, présentée par M. Friedel.

« M. Dieulafait signalait récemment (*Comptes rendus*, t. XCIII, p. 804) la diffusion complète du vanadium et du titane dans la formation primordiale et en déduisait l'origine aqueuse des bauxites et des argiles aux dépens des roches de cette formation. Cette loi générale explique également la présence du vanadium dans les minerais de fer argileux et alumineux.

» La métallurgie met souvent en œuvre de pareils minerais. Le vanadium, chimiquement analogue au phosphore, suit ce dernier corps dans toutes les phases de la fabrication : tous deux se retrouvent, concentrés ensemble, dans différentes scories, et, notamment, dans celles du procédé Bessemer modifié par Thomas et Gilchrist pour le traitement des fontes impures sur garniture basique.

» Parmi les aciéries qui appliquent la nouvelle méthode, celles du Creusot, alimentées par l'oolithe de Mazenay, produisent des scories exceptionnellement riches en vanadium et dont l'analyse suivante peut donner une idée moyenne :

Silice	16,50		
Alumine (avec un peu de Cr^2O^3)	3,80		
Chaux	46,30		
Magnésie	4,00		
Oxyde ferreux	7,07	Fer	5,50
Oxyde manganeux	5,30	Manganèse	4,10
Acide sulfurique	0,63	Soufre	0,25
» phosphorique	13,74	Phosphore	6,00
» vanadique	1,92	Vanadium	1,08
	99,26		

» Pour les seules usines du Creusot, on peut évaluer à 60000^kg environ la quantité de vanadium ainsi rassemblée chaque année; c'est là une source très abondante, d'où nous avons réussi à extraire, soit le métavanadate d'ammonium, soit des produits vanadiques nouveaux plus spécialement applicables à la fabrication des noirs d'aniline aux chlorates.

» Nos procédés principaux sont les suivants :

» 1° *Dissolution simple des scories brutes.* — Les scories, grossièrement concassées, sont abandonnées, en excès, au contact d'acide chlorhydrique, à la température ordinaire, jusqu'à ce que l'acide soit en grande partie sa-

turé et que la solution marque de 36° à 37°B. On peut alors décanter, étendre d'eau jusqu'à 15°B., séparer la silice et prendre le titre.

» Les liqueurs ainsi préparées renferment le vanadium à l'état hypovanadique; malgré la présence de tous les sels étrangers, elles peuvent être employées telles quelles dans l'impression; déjà l'expérience industrielle a été faite par l'un de nous qui n'a pu, pendant plus d'une année de marche courante, y trouver le moindre inconvénient.

» 2° *Préparations à base de phosphate hypovanadique.* — La solution chlorhydrique des scories brutes, convenablement neutralisée et additionnée d'un acétate alcalin, laisse déposer un abondant précipité gris bleuâtre qui renferme la plus grande partie du vanadium sous forme de phosphate hypovanadique mélangé d'autres phosphates peu solubles ou entraînés dans ces conditions.

» En recommençant une seconde fois le même traitement, on peut obtenir un nouveau précipité à 20 pour 100 environ de vanadium métal, si la scorie traitée en contenait au moins 1,50 pour 100.

» Les scories ordinaires, qui n'atteignent pas cette teneur, subissent avec avantage un enchérissement préalable très simple : on ajoute à leur dissolution chlorhydrique un excès de scorie en poudre qui neutralise l'acide libre et précipite les métaux dont les phosphates sont les moins solubles, notamment le vanadyle. Ce premier précipité, léger, grenu, d'un blanc grisâtre, est repris par l'acide chlorhydrique et traité, comme plus haut, par un acétate (1).

---

(1) Il est formé principalement de diphosphate trimétallique

$$(PO^4)^2(VaO)^3 + 5H^2O.$$

On obtient celui-ci facilement à l'état de précipité gélatineux gris bleuâtre en mélangeant, d'une part, une solution chlorhydrique de métavanadate d'ammonium réduite par la glycérine ou les sulfites, d'autre part du phosphate ordinaire d'ammonium, neutralisant presque rigoureusement, et ajoutant de l'acétate d'ammonium.

Le précipité s'altère assez facilement pendant les lavages, et paraît se dédoubler en phosphate dimétallique soluble et hydrate hypovanadique. Aussi est-il assez difficile de le préparer à l'état de pureté. Il brunit à l'air pendant la dessiccation, en absorbant un peu d'oxygène.

	Composition	
	trouvée.	calculée.
Va^2O^4	53,43	51,87
P^2O^5	27,12	29,46
H^2O	18,23	18,67
Impuretés et pertes	1,22	»
	100,00	100,00

» Ces préparations, très solubles dans les acides, ont été essayées avec succès par plusieurs grandes fabriques d'indiennes.

» 3° *Fabrication du métavanadate d'ammonium.* — Les précipités phosphatiques, obtenus par la scorie elle-même, ou mieux par un acétate, au lieu d'être enrichis et livrés au commerce, sont, après dessiccation, soumis à un grillage oxydant au rouge naissant; la poudre, d'abord gris clair, prend une teinte jaune d'ocre : on reprend par l'eau ammoniacale qui donne une solution jaune orangé d'orthovanadate; on fait bouillir jusqu'à décoloration, on filtre et on précipite le métavanadate d'ammonium à la manière ordinaire.

» Une première opération, faite en partant de 14^{kg} de scories à 1,50 pour 100 de Va, a donné 250^{gr} de métavanadate à la teneur presque théorique de 42-43 pour 100. »

TÉRATOLOGIE. — *Sur une anomalie de l'œil.* Note de M. **Dareste**.

« M. Desfosses a fait connaître, dans la séance du 26 juin, la remarquable conformation de l'œil du Protée. Cet organe est uniquement constitué par la vésicule optique secondaire, dans la concavité de laquelle n'ont point pénétré les productions cutanées qui forment le cristallin et le corps vitré.

» C'est la première fois que cet arrêt de développement de l'œil est signalé comme caractérisant l'état normal d'une espèce animale. Mais j'ai eu occasion, depuis longtemps, de le rencontrer sur les embryons anomaux ou monstrueux que j'ai obtenus dans mes expériences tératogéniques.

» J'ai constaté cet arrêt de développement de l'œil, réduit à la vésicule optique secondaire, et qui paraît remplacé par une tache de pigment, dans trois conditions différentes.

» Tantôt, et c'est le cas le plus rare, cet arrêt de développement de l'œil se produit isolement sur un embryon d'ailleurs complètement normal.

» Tantôt il se présente sur des embryons atteints de hernies de l'encéphale ou d'exencéphalies. Dans cette monstruosité, l'une des plus fréquentes que j'aie produites, l'arrêt de développement d'un des yeux, ou même des deux, a lieu beaucoup plus souvent que leur développement complet.

» Tantôt, enfin, cet arrêt de développement se produit dans la cyclopie. L'œil unique des Cyclopes est parfois réduit à la vésicule optique secondaire et ne possède ni cristallin, ni corps vitré. Ce fait a été signalé depuis longtemps, mais sans qu'on en ait eu la signification. On ne comprenait pas comment, dans une orbite unique, l'œil pouvait être remplacé par

une tache de pigment. Aujourd'hui tous ces faits s'expliquent par le défaut de production des éléments cutanés qui pénètrent dans la vésicule optique secondaire pour former le cristallin et le corps vitré. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur l'histologie de la* Ciona intestinalis. Note de M. L. **Roule**, présentée par M. Milne Edwards.

« Les fibres musculaires du manteau, comme celles du corps entier, sont toutes lisses et très longues; leur petit noyau est entouré par une couche mince de protoplasma qui proémine légèrement en dehors et se continue dans l'intérieur de la fibre en un court filet axial; ces fibres sont groupées par deux, trois ou quatre, rarement plus, en petits faisceaux nettement limités qui se réunissent en nombre variable pour constituer une bande musculaire autour de laquelle le tissu conjonctif forme une sorte d'enveloppe propre; ces bandes musculaires sont séparées les unes des autres par une épaisseur variable de tissu conjonctif creusé de lacunes excessivement nombreuses. Dans l'intérieur de la cavité générale, le manteau envoie des prolongements qui s'insèrent sur les viscères et les soutiennent; quelques-uns de ces tractus mésentériques prennent la forme de lames; leur structure est très simple, car ils sont constitués par du tissu conjonctif creusé de nombreuses lacunes, dépourvu de fibres musculaires, et recouvert extérieurement par un endothélium à larges cellules, la couche péritonéale; cette structure est aussi celle du péricarde. L'endothélium de la cavité générale ressemble à celui qui tapisse l'intérieur des vaisseaux les plus volumineux : ses cellules, renfermant de petits noyaux, sont limitées par des parois droites ou faiblement ondulées; dans les vaisseaux cependant, les cellules endothéliales sont plus petites en général et beaucoup plus plates et plus minces que dans la cavité générale. L'endothélium de la face externe du cœur et celui de la face interne du péricarde prennent un caractère particulier vers l'insertion du cœur sur le péricarde: les cellules endothéliales de ce dernier sont aussi longues que larges et renferment un noyau volumineux; celles du cœur grossissent encore plus, et apparaissent comme de volumineuses cellules hyalines, à peine colorées par les réactifs; cette augmentation de volume a déjà été signalée dans l'endothélium qui tapisse la cloison des oreillettes du cœur de la grenouille. L'endothélium semble manquer dans les petites lacunes dont le tissu conjonctif est criblé; mais une couche cellulaire d'une nature particulière est alors formée par les globules lymphoïdes charriés par le liquide sanguin, qui

s'accolent sur la paroi et font pénétrer leurs prolongements dans le tissu conjonctif environnant. A cause de cette origine, cette couche est très irrégulière; continue en un point, elle manque en un autre, en offrant toutes les transitions entre ces deux états.

» Les grosses cellules extérieures du ganglion nerveux sont apolaires ou unipolaires; leur noyau, très volumineux, est le plus souvent unique, parfois double; ces grosses cellules environnent une partie centrale formée par un plexus très serré de cylindres-axes dépourvus de myéline, et de petites cellules nerveuses dont le nombre des prolongements peut s'élever jusqu'à cinq et six. La structure de ces cellules n'offre rien de particulier; les cylindres-axes sont composés par un assemblage de petites fibrilles parallèles. Le ganglion nerveux est bifurqué en avant et en arrière, de manière à former quatre nerfs dont l'origine possède la même structure que le ganglion dont ils sont les prolongements directs; ces nerfs ne sont absolument constitués que par des cylindres-axes, entremêlés cependant, en certains points, de quelques rares cellules nerveuses semblables à celles renfermées dans la partie centrale du ganglion. Il est impossible de suivre le trajet des nerfs dans l'intérieur des bandes musculaires où ils vont se perdre; mais les procédés histologiques dénotent l'existence de nombreux troncs nerveux dans le siphon buccal et principalement dans le diaphragme péricoronal où ils vont se distribuer aux tentacules très sensibles insérés sur ce diaphragme, et encore dans la région antérieure du manteau; de nombreuses fibrilles nerveuses accompagnent les fibres musculaires du manteau entier. La structure de la glande hyponervienne est semblable dans ses traits généraux à celle constatée dernièrement par M. Julin sur diverses *Ascidia;* le raphé dorsal (Julin) ne possède pas de gouttière, à moins que l'on ne considère comme telle un petit espace triangulaire, placé audessous de la glande hyponervienne, et formé par la bande longitudinale du raphé qui s'élargit pour aller rejoindre de chaque côté la lèvre externe de la gouttière péricoronale; il arrive fréquemment que, dans les lacunes qui avoisinent la glande, les cellules granuleuses jaunes charriées par le liquide sanguin et semblables à celles qui constituent le rein annexé au canal déférent, s'accumulent en plus grand nombre que partout ailleurs.

» La structure du raphé ou endostyle est très compliquée; la paroi de cette gouttière est constituée par du tissu conjonctif creusé de nombreuses lacunes, limité en dehors par un épithélium semblable à celui de la branchie, et en dedans par des éléments cellulaires dont les uns forment une couche épithéliale pavimenteuse à cils vibratiles, les autres une couche

épithéliale cylindrique assez dissemblable d'aspect suivant les régions et pourvue en certains points seulement de cils vibratiles; entre ces cellules, il en existe d'autres plus petites, ovales, hyalines, renfermant un volumineux noyau fortement coloré par les réactifs; le fond de la gouttière est constitué par de larges cellules granuleuses, difficiles à colorer, tapissées par une couche épithéliale mince, et sécrétant un mucus abondant qui renferme parfois des débris de cellules. La gouttière endostylaire se termine dans la cavité générale en un cul-de-sac très long et contractile; de ce cul-de-sac part une gouttière profonde qui suit la branchie, limitée par deux lèvres dont les parois sont constituées par de longues cellules épithéliales et va aboutir à la bouche. L'intérieur de l'œsophage est tapissé par un épithélium cylindrique à cils vibratiles, renfermant de petites cellules hyalines, ovoïdes, si nombreuses en certains points qu'elles forment à elles seules une couche continue au-dessus de l'épithélium cylindrique. Les parois de l'estomac et de l'intestin sont formées par une couche d'épithélium cylindrique à gros éléments dépourvus de cils vibratiles, sauf dans le rectum, entremêlés de petites cellules hyalines semblables à celles de l'œsophage, mais plus rares; il n'y a pas de foie constitué par un organe défini, cependant les cellules stomacales renferment de la cholestérine et des acides gras biliaires. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement des Grégarines et Coccidies.* Note de M. SCHNEIDER.

« Les Grégarines du genre *Stylorhynchus* donnent des spores en chapelet, dont le contenu formé d'abord d'un protoplasma granuleux avec beau noyau sphérique se convertit ensuite en huit corpuscules falciformes pourvus chacun d'un noyau.

» Quand les spores à maturité sont soumises, sous l'objectif du microscope, à l'action du liquide intestinal du *Blaps*, elles s'ouvrent spontanément suivant leur bord le plus arqué, et les Sporozoïtes en sortent, grâce aux mouvements dont leur extrémité antérieure surtout est le siège. J'ai eu ces Sporozoïtes en vie durant quatre heures sur le porte-objet; ils m'ont toujours paru agir comme s'ils tendaient à pénétrer dans le substratum qui, dans les conditions normales, est un épithélium.

» Je n'ai pas été témoin de cette pénétration, mais on ne saurait douter qu'elle s'accomplisse, puisque les conséquences de l'introduction du cor-

puscule dans une cellule intestinale sont toutes confirmées par les états ultérieurs.

» Les macérations montrent, en effet, que toutes ces cellules épithéliales renferment à leur intérieur, à côté du noyau, une production parasitaire tout à fait identique à une Coccidie. Elle est munie d'un noyau pour son propre compte, et s'observe à tous les états depuis les plus jeunes jusqu'à celui dans lequel, son développement ayant rompu la cellule qui l'a hébergée, elle fait saillie dans la lumière du tube digestif. A cette phase elle est encore à l'état de *Monocystis*, mais la division en segments ne tarde pas à se produire, comme Bütschli l'a indiqué pour une autre forme. La cellule qui coiffera plus tard la tête du *Stylorhynchus* n'est autre que la cellule nourrice de la phase coccidienne.

Coccidies. — J'ai pu suivre le développement des spores dans le genre *Klossia*. Il a donné des résultats intéressants.

» Quand le kyste vient de se former, la constitution du noyau est la suivante : une paroi, un suc nucléaire, un nucléole librement suspendu avec une zone externe dense et une interne plus fluide. Il n'y a pas de *reticulum*. Dans les états suivants, le nucléole bourgeonne successivement un, deux et plusieurs globules dont j'ai vu une trentaine formant une grappe au-dessus de lui. Ces globules grossissent sans doute aux dépens du suc nucléaire dans lequel ils sont plongés, et le nucléole diminue corrélativement de volume jusqu'à épuisement. Je crois aussi ces globules susceptibles de division, déjà même à l'intérieur du noyau, car on en voit qui sont étranglés par le milieu et renflés aux deux bouts.

» La paroi du noyau se dissolvant dans le stade suivant, ces globules sont mis en liberté dans la masse granuleuse du kyste. Ils doivent gagner la périphérie par des mouvements propres, car c'est là qu'on les retrouve. Ils subissent dans la zone corticale du kyste des divisions nombreuses, durant lesquelles ils s'offrent sous forme de longs rubans renflés aux bouts et très effilés souvent dans le milieu. Le progrès de leur multiplication amène finalement la formation d'un nombre prodigieux de tout petits noyaux, distribués à intervalles rapprochés et très réguliers à la surface du kyste dans la couche limitante. Mais bientôt chacun d'eux est comme soulevé et vient faire saillie à la surface dont il s'écarte de plus en plus, entraîné qu'il est à l'extrémité d'une saillie conoïde à plasma pur.

» Cette saillie et le noyau qu'elle loge excentriquement à l'extrémité distale, en s'étranglant à la base et en se séparant de la masse granuleuse du kyste, deviendront une spore. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De l'emploi de l'eau oxygénée en chirurgie.* Note de MM. **Péan** et **Baldy**, présentée par M. Paul Bert.

« MM. Péan et Baldy, après avoir eu connaissance des expériences de MM. Paul Bert et P. Regnard sur les effets de l'eau oxygénée, se sont livrés, à l'hôpital Saint-Louis, à une série de recherches pour étudier les applications qu'on en pourrait faire en chirurgie. Bien que ces recherches demandent à être poursuivies pour répondre à toutes les questions qui ne peuvent manquer d'être soulevées à cet effet, ils ont pensé que les résultats qu'ils ont obtenus méritaient dès maintenant d'être soumis à l'appréciation de l'Académie.

» L'eau oxygénée qui a servi à ces recherches a été préparée par M. Baldy, de telle façon qu'elle fût absolument neutre. Elle contient de six à deux fois son volume d'oxygène. Les auteurs font ainsi connaître les résultats qu'ils ont obtenus :

» Nous avons, disent-ils, tout d'abord employé l'eau oxygénée à l'extérieur pour les pansements des grands traumatismes et des ulcérations de diverses natures, en injections dans les plaies fermées et drainées, dans certaines cavités, telles que la vessie, les fosses nasales, en vaporisation pour remplacer l'acide phénique dans le cours des grandes opérations, telles que l'ovariotomie. Nous l'avons également donnée à l'intérieur, à la dose de 3 à 5^{gr} d'eau oxygénée contenant 6 fois son volume d'oxygène, à un certain nombre d'opérés et dans certaines affections, telles que l'urémie, la septicémie, l'érysipèle, le diabète, la tuberculose, et plus particulièrement chez les opérés tuberculeux.

» Nos pansements sont faits à l'aide de compresses de tarlatane recouvertes de feuilles de baudruche très minces, destinées à empêcher son évaporation, et maintenues par des bandes. Nous y ajoutons une plus ou moins grande épaisseur d'ouate lorsqu'il est indiqué d'exercer une certaine compression et d'obtenir l'immobilisation. Lorsqu'il y a lieu d'appliquer un tube à drainage, des injections d'eau oxygénée, à un ou deux volumes d'oxygène, sont pratiquées par ce tube. Pendant la durée des grands pansements, l'atmosphère des plaies est modifiée par des pulvérisations d'eau oxygénée contenant de 4 à 6 fois son volume d'oxygène.

» Les résultats que nous avons obtenus jusqu'ici sont des plus encourageants. En effet, ils ont été satisfaisants, non seulement dans les petites opérations, mais aussi dans les grandes amputations des membres, dans

les petites plaies faites par l'ablation de tumeurs volumineuses, dans les graves blessures accidentelles, dans les incisions de trajets fistuleux, dans les ouvertures d'abcès profonds, intra-articulaires ou autres.

» Sous l'influence de l'eau oxygénée, les plaies récentes faites avec le bistouri ou le thermocautère, les plaies anciennes même recouvertes de parties sphacélées, compliquées de lymphangite ou d'érysipèle, prennent rapidement un bon aspect et se couvrent de bourgeons rosés qui fournissent un pus assez abondant, mais crémeux et sans odeur. Nous avons également constaté une tendance favorable à la réunion par première intention des plaies d'amputation et une cicatrisation rapide des plaies anciennes et des ulcérations chroniques.

» Ce n'est pas seulement au point de vue local que nous av onsobtenu de bons résultats ; mais nous avons aussi constaté une notable amélioration, dans bon nombre de cas, au point de vue de l'état général, en particulier une diminution très marquée de la fièvre traumatique, ainsi qu'une très légère élévation du pouls et de la température.

» En résumé, les résultats que nous avons obtenus par l'emploi de l'eau oxygénée nous ont paru au moins aussi avantageux, sinon plus, que ceux que l'on peut retirer de l'alcool simple ou camphré et de l'acide phénique. Elle a, en outre, sur ce dernier, l'avantage de ne pas produire d'effets toxiques et de n'avoir pas de mauvaise odeur; son application n'est pas douloureuse.

» Ces résultats nous ont paru plus particulièrement avantageux dans les ulcères variqueux des membres, dans les abcès intra-articulaires, l'ozène, la cystite purulente.

» Nous possédons aujourd'hui près de cent observations qui confirment ce que nous venons d'avancer relativement aux bons effets de l'eau oxygénée. Aussi croyons-nous pouvoir terminer par les conclusions suivantes :

» 1° L'eau oxygénée, c'est-à-dire contenant selon les cas six à deux fois son volume d'oxygène, paraît devoir remplacer avantageusement l'alcool et l'acide phénique.

» 2° Elle peut être employée, à l'extérieur, pour le pansement des plaies et des ulcérations de toute nature, en injections, en vaporisations; à l'intérieur, chez un certain nombre d'opérés, dans un certain nombre d'affections chirurgicales ou autres.

» 3° Les résultats obtenus, même à la suite des grandes opérations, sont jusqu'ici des plus satisfaisants. Non seulement les plaies récentes, mais aussi les plaies anciennes et même couvertes de parties sphacélées,

marchent rapidement vers la cicatrisation. La réunion par première intention des plaies d'amputation paraît être favorisée par ce mode de pansement.

» 4° L'état général, de même que l'état local, semble heureusement influencé. La fièvre traumatique est plus modérée.

» 5° Les avantages de l'eau oxygénée sur l'eau phéniquée sont de ne pas avoir l'effet toxique, ni de mauvaise odeur; son application n'est nullement douloureuse.

» 6° Outre les plaies chirurgicales, les affections qui semblent le plus heureusement influencées par l'eau oxygénée sont les ulcérations de toute nature, les abcès profonds, l'ozène, la cystite purulente. »

M. **Paul Bert**, à la suite de cette Communication, fait observer qu'il y a, dans l'application chirurgicale de l'eau oxygénée, deux faits concomitants à considérer : d'abord la mort de tous les microbes, puis l'action sur la plaie de l'oxygène incessamment dégagé.

Il ajoute que des expériences sur l'action parasiticide de l'eau oxygénée sont commencées par lui et par M. P. Regnard, en ville et dans les hôpitaux. Elles ont déjà donné des résultats d'apparence favorable dans le traitement des teignes, des pytiriasis, etc. On fait aussi des essais sur la diphtérie.

Il appelle l'attention des praticiens sur ce fait que l'eau oxygénée, telle qu'on la trouve chez la plupart des fabricants de produits chimiques, contient une notable quantité d'acide sulfurique, si bien que son emploi ne serait pas sans danger.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur un nouveau médicament cardiaque; propriétés physiologiques du* Convallaria maïalis (*Muguet de mai*). Note de MM. **G. Sée** et **Bochefontaine**, présentée par M. Vulpian [1].

« *Historique.* — L'usage des fleurs de muguet formait, de temps immémorial, chez les paysans russes, une légende populaire dans le traitement des hydropisies lorsque, dans le cours de l'année 1880, deux jeunes médecins, MM. Troïtsky et Bojojawlensky, puis M. d'Ary, tentèrent quelques essais à l'aide de cette plante. Six observations, qui restèrent inédites, et quelques expériences résumées dans le journal *Wrastch,* c'est tout ce qu'on

[1] Travail du laboratoire de clinique de l'Hôtel-Dieu.

apprit sur ce médicament, qui agit surtout, d'après ces remarques, sur les troubles nerveux du cœur et d'une manière inconstante sur la sécrétion urinaire.

» *Préparations.* — Toutes nos expériences sur les animaux ont été faites avec l'extrait de toute la plante de muguet, préparé par M. Langlebert, et le produit de l'évaporation d'une macération hydro-alcoolique de fleurs préparé par l'un de nous au laboratoire de l'Hôtel-Dieu. Des recherches cliniques ont été tentées aussi à l'aide de l'extrait de feuilles, qui est peu efficace, et de l'extrait de la plante totale, qui est une bonne préparation.

» *Expériences.* — On a tenté d'abord l'expérience en employant l'extrait de fleurs, qui est très actif, puis l'extrait de toute la plante, mélangés avec un égal volume d'eau et mis directement sur le cœur, ou bien injectés sous la peau, loin du cœur, chez les limaçons, les grenouilles, les écrevisses, les crapauds, les tortues. Sur les animaux à sang chaud, les cobayes, les lapins, les chiens, l'extrait a été employé en dissolution dans un volume d'eau plus considérable, et introduit sous la peau ou dans les veines.

» *Expériences sur les animaux à sang froid.* — Le cœur de la grenouille mis directement en contact avec une gouttelette d'extrait de muguet cesse de battre au bout d'une minute et demie à deux minutes, le ventricule en systole et les oreillettes en diastole, alors que l'animal conserve encore tous les *mouvements réflexes et spontanés.*

» Le même résultat se produit quelques minutes plus tard, lorsque la substance est insérée sous la peau.

» Les phénomènes sont identiques chez les autres animaux à sang froid; il faut remarquer cependant que le cœur du crapaud et celui de la tortue résistent beaucoup plus longtemps à l'action du muguet.

» *Effets physiologiques.* — Le muguet est donc un poison, qui, avec la digitale, l'upas-antiar, l'érythrophlæum, l'inée, etc., doit être rangé dans la classe des substances arrêtant le cœur en systole ventriculaire par opposition à celles qui, à l'instar de la muscarine, arrêtent le ventricule en diastole, ainsi que l'a indiqué M. Vulpian.

» *Expériences sur les animaux supérieurs.* — Chez les animaux supérieurs, et notamment chez le chien, il suffit d'injecter dans une veine d'un animal de taille moyenne quatre gouttes d'extrait pour déterminer la mort, par arrêt du cœur, dans l'espace d'une dizaine de minutes.

» *Effets physiologiques.* — Lorsqu'on emploie des doses non mortelles, les doses thérapeutiques auxquelles nous avons eu recours dans le traitement des maladies du cœur, on observe :

» 1° Une première série de phénomènes très remarquables caractérisés ainsi :

» (*a*) Ralentissement des mouvements du cœur.

» (*b*) Augmentation de la pression intra-vasculaire, de six centimètres de mercure, et souvent plus.

» (*c*) En même temps les mouvements respiratoires deviennent plus amples, et un peu moins fréquents.

» 2° Après cette première période, il en survient une autre, caractérisée par une irrégularité extrême dans le rythme et l'énergie des pulsations cardiaques. Il y a des intermittences du cœur, suivies de systoles rapides.

» La respiration, de plus en plus ample et ralentie, semble par instants sur le point de s'arrêter dans un mouvement de profonde inspiration. Le *pneumographe* indique alors des mouvements d'inspiration qui sont triplés d'étendue et produits par une série non interrompue de très petites convulsions des muscles inspirateurs.

» C'est alors qu'on voit survenir les vomissements qui accompagnent l'action habituelle des substances cardiaques.

» 3° Une troisième période se caractérise de la façon suivante. La pression sanguine augmente, et le pouls devient si rapide qu'il est impossible de le compter; en même temps il est très faible.

» L'amplitude des mouvements respiratoires augmente. On ne voit plus trace de ces mouvements sur les tracés hémodynamométriques.

» 4° Si la dose a été portée d'emblée au delà d'un chiffre variant selon les animaux, ou bien si le poison a été injecté à nouveau, si elle est mortelle en un mot, on voit la pression baisser, les respirations se ralentir considérablement, tout en devenant de plus en plus profondes.

» Enfin le cœur, de plus en plus affaibli, finit par s'arrêter, la pression tombant à zéro; puis les mouvements respiratoires cessent à leur tour.

» *Effets sur les nerfs et sur les muscles.* — (*a*) *Excitabilité générale.* Quand l'animal est mort, la *contractilité* des muscles *persiste* néanmoins, ainsi que l'excito-motricité des nerfs; le pouvoir réflexe des centres nerveux n'est nullement aboli.

» (*b*). Le nerf pneumogastrique paraît, au contraire, s'épuiser; chez le chien, de même aussi chez la tortue, lorsque la période d'empoisonnement est avancée, la faradisation des bouts thoraciques des nerfs vagues n'arrête plus aussi nettement les mouvements du cœur que chez les animaux à l'état normal.

» Au début de l'empoisonnement, les nerfs restent intacts, et la conval-

laria paraît porter son action directement sur le muscle cardiaque, en augmentant outre mesure l'activité contractile du ventricule.

» *Effets diurétiques.* — Ils sont nuls chez les animaux.

» *Applications cliniques.* — 1° La convallaria, sous des formes spéciales et à des doses précises, constitue un médicament cardiaque des plus puissants.

» 2° Elle ne présente aucun des inconvénients de la digitale.

» 3° Ce nouveau médicament présente *chez l'homme* des propriétés diurétiques supérieures à celles de tous les autres agents connus, et, par la diurèse qui se produit ainsi, on obtient généralement la disparition des hydropisies d'origine cardiaque. »

M. H. Lemonnier adresse un Mémoire intitulé : « Sur la recherche d'une intégrale complète de l'équation aux dérivées partielles du premier ordre et le problème inverse ».

M. Ch.-V. Zenger adresse une Note portant pour titre : « La solution logarithmique des équations numériques. »

La séance est levée à 5 heures un quart. D.